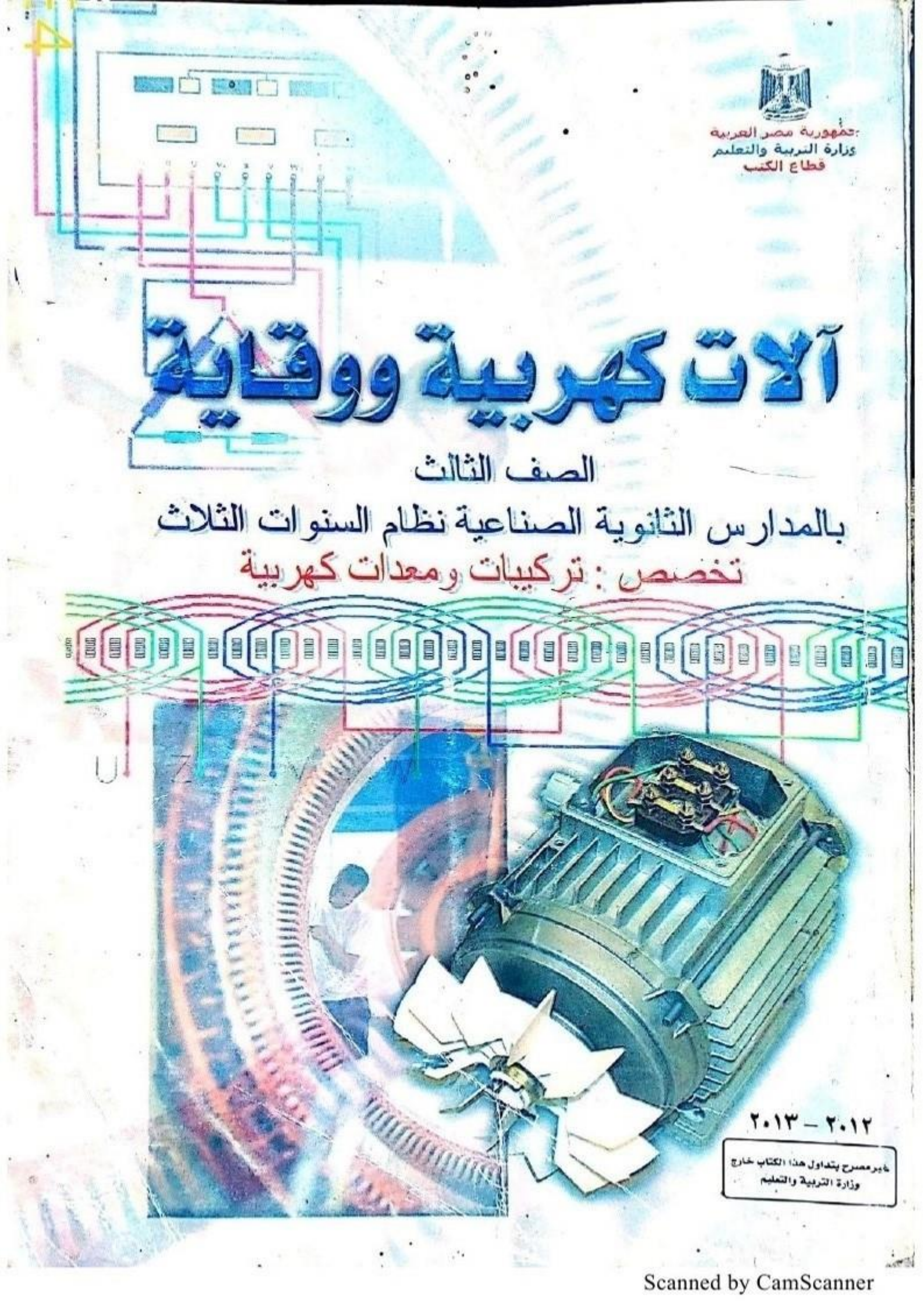

جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب
آلات كهربية ووقاية
الصف الثالث
بالمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث
تخصص : تركيبات ومعدات كهربية
٢٠١٢ - ٢٠١٣
غير مصرح بتداول هذا الكتاب خارج
وزارة التربية والتعليم



جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

آلات كهربية ووقاية

الصف الثالث

بالمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث
تخصص : تركيبات ومعدات كهربية

تأليف

مهندس / محمد إبراهيم مخمد صالح
موجه عام كهرباء علمى (سابقاً)
الإدارة العامة للتعليم الصناعى

أ / كرم صادق عبدالعزيز
موجه عام كهرباء عملى - المنوفية

مراجعة

الأستاذ الدكتور / عبلة سليمان عطية
أستاذ بكلية الهندسة ـ جامعة عين شمس

تقديم الكتاب

الحمد لله الذى هدانا لهذا وما كنا لنهتدى لولا أن هدانا الله

أما بعد ....

يسرنا أن نقدم لابنائنا طلبة الصف الثالث تخصص تركيبات ومعدات كهربية كتاب " آلات كهربية ووقاية " وقد راعينا فيه أهداف المنهج المطور متناولين أبوابه بأسلوب تربوى سهل ومدعم بالأشكال التوضيحية مع مراعاة البعد عن الحشو والتعقيد ولذلك فهو كتاب حقق أهداف المنهج وذلك فى ثلاثة أجزاء ، الأول خاص بتكنولوجيا آلات كهربية ووقاية ، والجزء الثانى خاص بتجارب المعمل مع تصوير كل أجزاء معمل الكهرباء الموجود فى مدارس التعليم الصناعى نظام السنوات الثلاث للتعرف الدقيق على مكونات المعمل ، والجزء الثالث خاص بالتدريبات العملية .
كما أوردنا عقب كل باب مجموعة من الأسئلة يمكن للطالب بالإجابة عليها إستيعاب المعلومات الواردة بالكتاب .
ولقد اختتم الكتاب بقائمة المراجع العلمية التى تم الاستعانة بها وإننا اذ نحمد الله على توفيقه لنا فى اعداد هذا الكتاب بهذه الصورة نرجو أن ينال هذا المجهود المتواضع القبول لدى أبنائنا الطلاب وأن يجد فيه زملاؤنا الأساتذة خير معين على أداء رسالتهم

راجين الله أن يوفق الجميع لما فيه خير الوطن والأمة العربية

المؤلفان

المنهج الدراسى للمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث

الصف : الثالث　　**تخصص** : تركيبات ومعدات كهربية

المادة : آلات كهربية ووقاية　　**عدد الحصص** : (2) حصتان أسبوعياً

الباب الأول : المولدات التزامنية (التوافقية)　　**الصفحة**

1-1 مقدمة 13
2-1 أنواع مولدات التيار المتردد 14
3-1 تركيب المولدات المتزامنة للتيار المتردد 14
4-1 تغذية أقطاب مولدات التيار المتزامنة 21
1-4-1 طرق تغذية أقطاب مولدات التيار المتزامنة (تغذية خارجية – نفسية – مركبة – بدون فرش) 22
5-1 توزيع الموصلات فى المجارى تحت الأقطاب 25
6-1 العلاقة بين التردد والسرعة وعدد الأقطاب 28
7-1 معادلة القوة الدافعة الكهربية المتولدة فى الموصل 30
1-7-1 العوامل المؤثرة فى قيمة جهد المولد التزامنى 33
8-1 تنظيم الجهد فى المولدات المتزامنة 35
9-1 خواص مولدات التيار المتزامنة (رد فعل عضو الاستنتاج – حالة اللاحمل – حالة التحميل – حالة القصر) 39
10-1 المفاقيد فى الآلات المتزامنة (مولدات – محركات) وتأثيرها 43
11-1 التهوية فى المولدات 44
12-1 تشغيل المولدات على التوازى وشروط ذلك 44
13-1 حماية المولدات (الحماية التفاضلية – الحماية ضد زيادة الحمل – الحماية ضد انعكاس القدرة) 51
14-1 أسئلة منوعة على المولدات التوافقية 54

الباب الثانى : المحركات المتزامنة (التوافقية)

1-2 مقدمة 61
2-2 تركيب المحرك التوافقى 61
3-2 نظرية عمل المحرك التوافقى 61
4-2 بدء حركة المحرك التوافقى (بواسطة مساعد خارجى) 62
5-2 خواص المحرك التوافقى – إستعمالات المحرك التوافقى 64
مزايا وعيوب المحرك التوافقى – عكس حركة المحرك التوافقى 66
6-2 المحرك التوافقى كمحسن لمعامل القدرة 67
7-2 أسئلة للمراجعة 68

الباب الثالث : المحركات الاستنتاجية ذات الثلاثة أوجه

1-3 مقدمة 71
2-3 تركيب المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه بنوعيه 71
3-3 المجال المغناطيسى الدائر – كيفية إحداث الحركة الميكانيكية 75
3-4 الانزلاق – تأثير الانزلاق على كل من تردد وتيار العضو الدائر 79
3-5 طرق بدء حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه 84
3-6 طرق التحكم فى سرعة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه 90
7-3 عكس حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه 91
3-8 حماية المحرك الاستنتاجى ثلاثية الأوجه ضد (زيادة التيار – إنخفاض الجهد – أرتفاع الجهد – تتابع الأوجه) 92
9-3 أسئلة على المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه 97

الباب الرابع : المحركات الاستنتاجية الخطية

1-4 مقدمة 101
2-4 تركيب المحرك الخطى 102
3-4 أنواع المحركات الخطية 103
4-4 نظرية العمل على سرعة المحرك الخطى التوافقى 104
5-4 تطبيقات على المحركات الخطية (الطلمبات الكهرومغناطيسية - المونوريل(المحرك الخطى المعلق)) 106
6-4 أسئلة على المحرك الاستنتاجى الخطى 109

الباب الخامس : محركات الوجه الواحد

1-5 المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد (تركيب وخواص كل منها – عكس حركتها)........................ 113
أ- محرك استنتاجى ذو وجه واحد مشطور 117
ب- محرك استنتاجى ذو مكثف بدء – مكثف بدء ومكثف تشغيل 118
جـ- مميزات وعيوب المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد 120
د - محرك استنتاجى ذو قطب مظلل 121
2-5 أسئلة على المحركات الاستنتاجية احادية الوجه 124
3-5 المحركات ذات عضو التوحيد : التركيب – نظرية التشغيل – عكس الحركة – مزايا وعيوب كل من المحركات التالية:
أ – محرك التوالى 127
ب – المحرك التنافرى (المحرك التنافرى البدء استنتاجى الحركة – المحرك التنافرى الاستنتاجى) 128
جـ - المحرك العام 132
4-5 أسئلة على المحرك ذات عضو التوحيد 136

المنهج الدراسى للمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث

الصف : الثالث تخصص : تركيبات ومعدات كهربية

المادة : معمل آلات كهربية ووقاية عدد الحصص : (1) حصة واحدة أسبوعياً

الصفحة

التجربة الأولى : اختبار مولد تيار متغير ثلاثى الأوجه فى حالة اللاحمل 157

التجربة الثانية : اختبار مولد تيار متغير ثلاثى الأوجه فى حالة التحميل (حمل مادى – حمل حثى) 161

التجربة الثالثة : ادخال مولد تيار متغير ثلاثى الأوجه مع الشبكة بالتوازى بإستخدام (المصابيح المضاءة أو المطفأة أو جهاز السنكروسكوب) 164

التجربة الرابعة : اختبار المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه لإيجاد العلاقة بين: (العزم – السرعة) ، (العزم - معامل القدرة) ، (العزم – تيار الحمل) 169

التجربة الخامسة : اختبار بدء تشغيل المحرك الاستنتاجى قفص سنجاب بعدة طرق... 172

التجربة السادسة : اختبار بدء تشغيل المحرك الاستنتاجى عضو دائر ملفوف 176

التجربة السابعة : عكس حركة محرك ثلاثى الأوجه 178

التجربة الثامنة : تحويل محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه إلى محرك وجه واحد 180

التجربة التاسعة : اختبار المحرك العام 182

التجربة العاشرة : التحكم فى سرعة محرك تيار مستمر بإستخدام الثايرستور 185

أسئلة للمناقشة على التجارب المعملية 187

المنهج الدراسى للمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث

الصف : الثالث　　　　　　　　تخصص : تركيبات ومعدات كهربية

المادة : (تدريبات عملية) آلات كهربية ووقاية　　　　عدد الحصص : (3) ثلاثة حصص أسبوعياً

الباب الأول: محركات الثلاثة أوجه　　　　　　　　　　　　الصفحة

1- التدريب عن طريق المشاهدة والفحص على أنواع محركات الثلاثة أوجه الآتية:

المحرك ذو العضو الدائر قفص سنجابى 196

المحرك ذو العضو الدائر الملفوف 196

2- التدريب على توصيل الملفات بطريقتى النجمة والدلتا 201

3- التدريب على فك وتجميع محركات الثلاثة الاوجة وعمل الصيانة اللازمة لها....... 202

4- التدريب على اعادة لف العضو الثابت لبعض أنواع محركات الثلاثة الاوجة وعمل القياسات اللازمة للتأكد من سلامة اللف 205

الباب الثانى : محركات الوجه الواحد

1- التدريب على فك وتجميع وعمل الصيانة اللازمة لمحركات الوجه الواحد (المحرك ذو الوجه المشطور– المحرك ذو المكثف– المحرك ذو القطب المظلل – المحرك العام) 223

2- التدريب على اعادة لف العضو الثابت لبعض أنواع محركات الوجه الواحد وعمل القياسات اللازمة للتأكد من سلامة اللف 228

الباب الثالث : معدات التحكم والوقاية فى دوائر محركات التيار المتغير

تنفيذ تمارين الغرض منها إكساب الطالب المهارات الأساسية فى توصيل دوائر التحكم والقوى والحماية فى دوائر المحركات الكهربية وجه واحد وثلاثة أوجه :

1- باستخدام المفاتيح اليدوية (تشغيل وإيقاف 243

عكس حركة 244

النجمة / دلتا 245

سرعتين).. 246

2- باستخدام مفاتيح التلامس (الكونتاكتور) 247

(الأوفرلود) 251

المؤقت الزمنى (التايمر) 254

الضاغط اللحظى (بوش بوتن) 253

(دائرة تشغيل لحظى – التشغيل المتواصل – تشغيل وإيقاف من عدة أماكن – عكس إتجاه الدوران – دوائر تشغيل المحركات ذات السرعتين المتناصفتين (دلاندر) وغير المتناصفتين بالإيعاقة المتبادلة – بدء وتشغيل محرك بطريقة النجمة دلتا (بدون تايمر وبالتايمر) مع توصيل الأوفرلود مع جميع الدوائر – توصيل لمبات إشارة مع دوائر التحكم لبيان حالات التشغيل المختلفة 261

الباب الرابع : صيانة الأجهزة المنزلية والتدريب عليها عن طريق المحاكاة

1- الأجهزة المنزلية (السخان 277
الدفاية 280
الخلاط الكهربى 282
مضرب الخفق 284
المراوح الكهربية 286
الغسالة الكهربية) 290

قائمة المراجع 284



الباب الأول

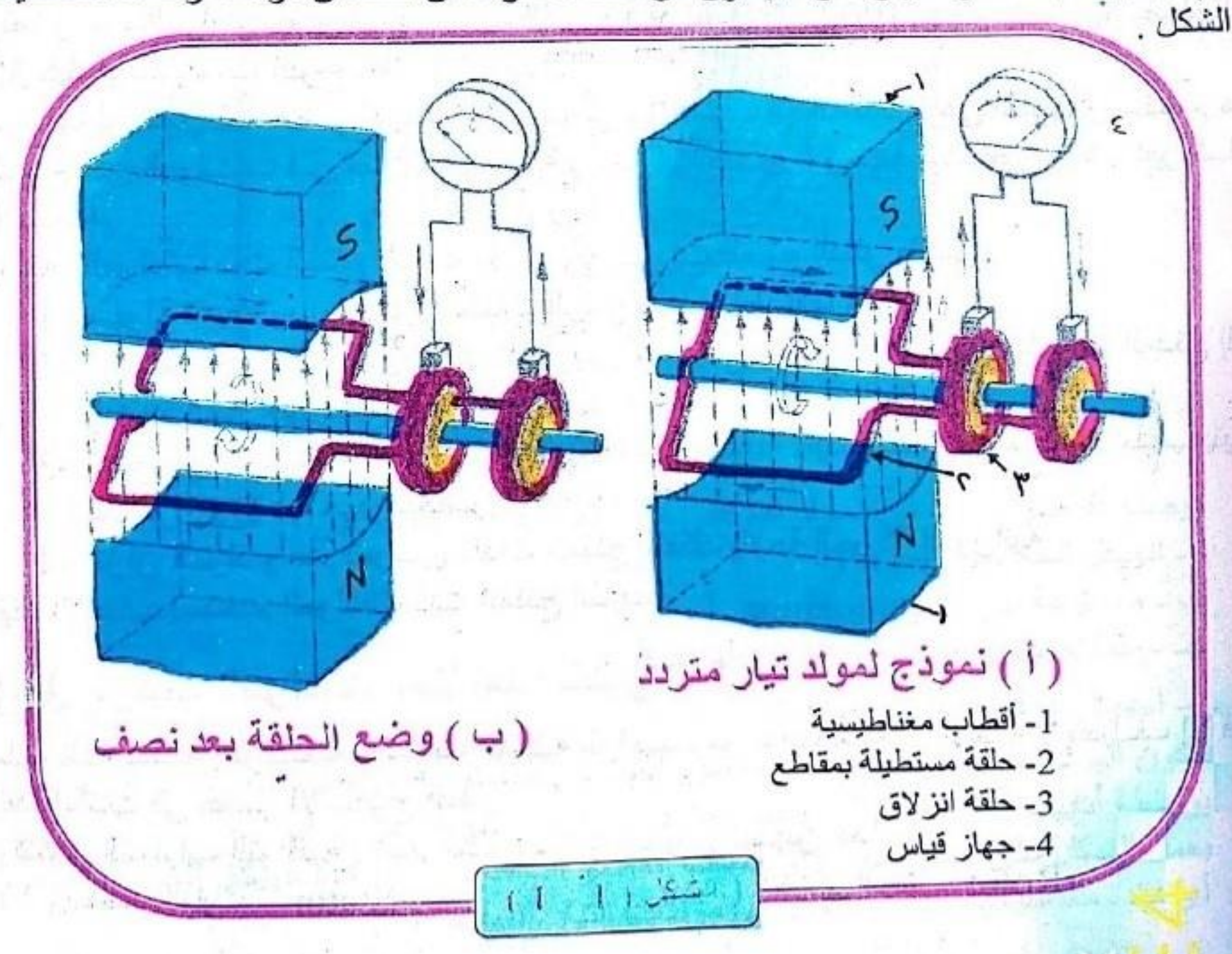
المولدات التزامنية (التوافقية)

يحتوى هذا الباب على :

1-1	مقدمة
2-1	أنواع مولدات التيار المتردد
3-1	تركيب المولدات المتزامنة للتيار المتردد
4-1	تغذية أقطاب مولدات التيار المتزامنة
1-4-1	طرق تغذية أقطاب مولدات التيار المتزامنة (تغذية خارجية ـ نفسية ـ مركبة ـ بدون فرش)
5-1	توزيع الموصلات فى المجارى تحت الأقطاب
6-1	العلاقة بين التردد والسرعة وعدد الأقطاب
7-1	معادلة القوة الدافعة الكهربية المتولدة فى الموصل
1-7-1	العوامل المؤثرة فى قيمة جهد المولد التزامنى
8-1	تنظيم الجهد فى المولدات المتزامنة
9-1	خواص مولدات التيار المتزامنة (رد فعل عضو الاستنتاج ـ حالة اللاحمل ـ حالة التحميل ـ حالة القصر)
10-1	المفاقيد فى الآلات المتزامنة (مولدات ـ محركات) وتأثيرها
11-1	التهوية فى المولدات
12-1	تشغيل المولدات على التوازى وشروط ذلك
13-1	حماية المولدات (الحماية التفاضلية ـ الحماية ضد زيادة الحمل ـ الحماية ضد انعكاس القدرة)
14-1	أسئلة منوعة على المولدات التوافقية

1-1 مقدمة :

يعتبرمولد التيار المتزامن Alternator or Synchronous Generator من اشهر مولدات التيارالمتردد - والمولد الكهربى عموما هو آلة لتحويل الطاقة الميكانيكية (الحركية) إلى طاقة كهربية ويعتمد فى نظرية عمله على الحقيقة التى تقول :
إذا تحرك موصل فى مجال مغناطيسى فإنه تتولد فى هذا الموصل قوة دافعة كهربية (ق.د.ك) Electromotive Force (e.m.f) تتوقف قيمتها على طول الموصل وشدة المجال المغناطيسى (كثافة الفيضB Flux Density) وسرعة حركة الموصل واتجاه الحركة ، حيث تكون قيمة القوة الدافعة الكهربية أكبر ما يمكن إذا كان إتجاه الحركة عمودياً على إتجاه المجال المغناطيسى .
وتحدث نفس النتيجة سواء كان الموصل هو المتحرك والمجال ثابت أو الموصل ثابت والمجال هو المتحرك .
فإذا قطع موصل مجال مغناطيسى فإنه يتولد به قوة دافعة كهربية مستنتجه وهذه القوة الدافعة الكهربية تسبب مرور تيار إذا اغلقت دائرة الموصل عن طريق الحمل ويوضح شكل (1-1 أ ، ب) تركيب مبسط لمولد تيار متردد يتكون من ملف متحرك من النحاس ذو لفة واحدة مستطيلة الشكل .



(أ) نموذج لمولد تيار متردد

1- أقطاب مغناطيسية
2- حلقة مستطيلة بمقاطع
3- حلقة انزلاق
4- جهاز قياس

(ب) وضع الحلقة بعد نصف

شكل (1 - 1)

وتحصل هذه المولدات على الطاقة المحركة اللازمة لإدارتها من عدة مصادر نذكر منها :
أ – طاقة الوضع عن طريق مساقط المياه
ب – الطاقة الحرارية عن طريق حرق بعض أنواع الوقود مثل الفحم أو البترول أو الغاز الطبيعى .
جـ - الطاقة النووية
د – طاقة الرياح
تستعمل المولدات المتزامنة (أحيانا تسمى التوافقية) الضخمة ذات الثلاثة أوجه فى محطات توليد القدرة الكهربية لتوليد التيار المتغير بجهود تتراوح بين 500 فولت حتى 25 كيلوفولت وقدرات مقننة تصل إلى 750 ميجا فولت أمبير .

2-1 أنواع مولدات التيار المتزامنة :

تنقسم مولدات التيار المتردد المتزامنة من حيث عضو الاستنتاج إلى :
أ – مولد يكون فيه عضو الاستنتاج (المنتج) ثابت والأقطاب هى العضو الدائر
وتمتاز هذه المولدات بقدراتها الكهربية الكبيرة (قد تصل إلى 1000 ميجاوات وجهد يصل إلى 33 كيلوفولت) وهذا النوع شائع الاستعمال .
ب – مولد يكون فيه عضو الاستنتاج هو الدائر والأقطاب المغناطيسية هى الثابت ويستخدم هذا النوع من المولدات فى حالات خاصة وبقدرات صغيرة وجهد منخفض وهوغير شائع الاستخدام .
وتمتاز المولدات ذات المنتج الثابت عن المولدات ذات المنتج الدائر بالآتى :
1- سهولة تثبيت وربط وعزل ملفات المنتج وعزل أطرافها جيداً
2- سهولة الحصول على التيار الكهربى المستنتج بجهود عالية من أطراف المنتج إلى الدائرة الخارجية مباشرة
3- توفير فى حجم حلقات الانزلاق وسهولة عزلها جيداً حيث تستخدم لتغذية الأقطاب بتيار مستمر D.C ذو جهد منخفض .
4- إتزان المولد وعدم تعرض ملفات المنتج للتفكك نتيجة الحركة الدورانية
لهذه الأسباب نستخدم المولدات ذات المنتج الثابت . .

1- 3 تركيب المولدات المتزامنة للتيار المتردد :

ملحوظة هامة : تركيب مولدات الوجه الواحد ومولدات الثلاث أوجه لا يختلف إلا فى عددالملفات فى عضو الاستنتاج فقط .
وتتكون المولدات التوافقية (المتزامنة) من عضوين رئيسيين هما :
(أ) العضو الثابت Stator		(ب) العضو الدائر Rotor

ونظراً لكبر مقادير القدرات المقننة التى تنتجها هذه المولدات فإنها تتطلب نظاماً خاصاً فى التركيب والتصميم بحيث يكون العضو الذى يتولد فيه التيار المتردد ثابتاً لا يدور بينما تكون الأقطاب هى التى تدور – كما يجب أن تكون المواد الداخلة فى صناعة المولدات المتزامنة ذات جودة عالية سواء كانت مواد موصلة أو مواد عازلة أو مواد مغناطيسية .

(أ) العضو الثابت Stator

العضو الثابت فى المولد المتزامن يحمل الملفات التى يتولد فيها التيار المتردد ويوضح شكل (1 – 2) رسما توضيحيا للعضو الثابت لأحد المولدات التوافقية



العضو الثابت للمولد التوافقى

شكل (1 – 2)

ويصنع العضو الثابت فى المولد التوافقى من ثلاثة أجزاء رئيسية هى :

أ - الهيكل الخارجى Frame

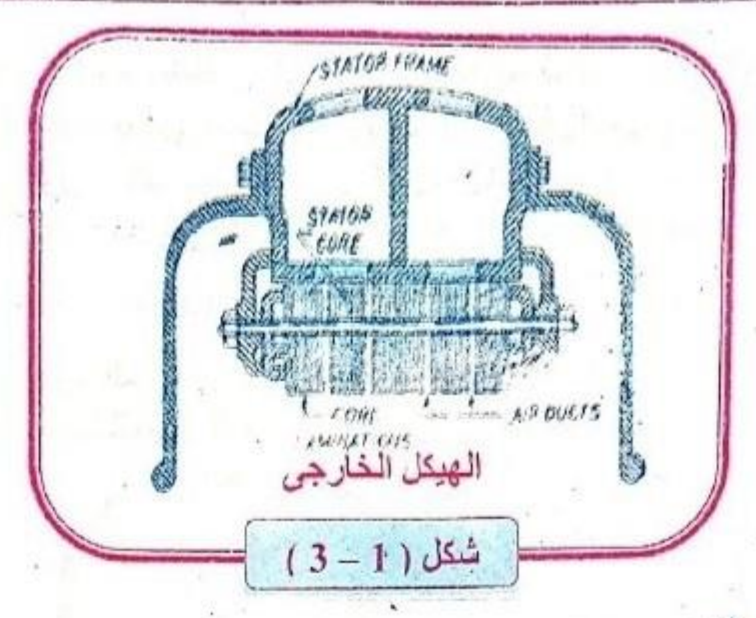
ب - مجموعة الرقائق Laminations

جـ - ملفات المنتج Armature Windings

أ - الهيكل الخارجى Frame :

يتكون الهيكل الخارجى من مجموعة من الحلقات المصنوعة من الصلب ومتصلة مع بعضها بواسطة أنابيب وقضبان طولية وبها مجارى وفتحات للتهوية شكل (1- 3) .

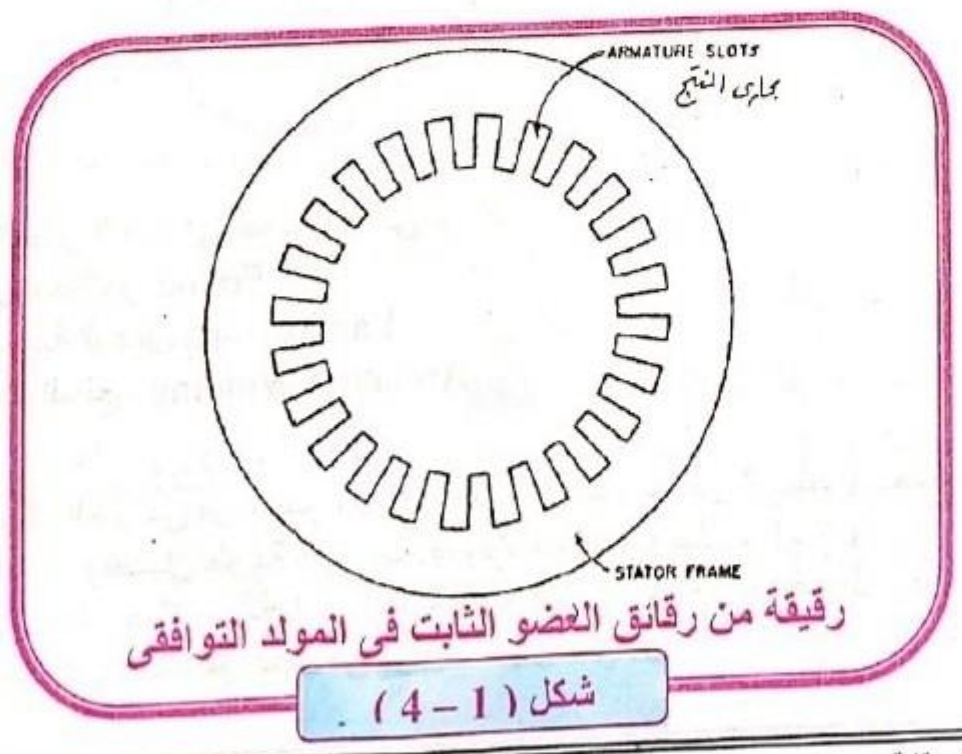
يعمل الهيكل على حمل صفائح أو حلقات العضو الثابت داخله ، هذا الهيكل الخارجى ليس له أى فائدة مغناطيسية كما هو الحال فى مولدات التيار المستمر



شكل (1 – 3)

ب - مجموعة الرقائق Laminations

مجموعة الرقائق تُكون قلب المنتج وتصنع هذه الرقائق من الصلب السليكونى Silicon Steel وتعزل عن بعضها بإستخدام الورق أو الورنيش لمقاومة التيارات الإعصارية ، ويتراوح سمك الصفيحة الواحدة (الرقيقة الواحدة) من 0.35 ملليمتر إلى حوالى 0.5 ملليمتر ، تضغط الرقائق مع بعضها جيداً بمسامير البرشام ويرش عليها طبقة من الور يش العازل لتكون القلب الحديدى لقلب المنتج ، ثم تشحط داخل الهيكل الخارجى وتثبت فيه جيداً بطريقة تمنع الاهتزازات الميكانيكية ، وتمنع كذلك تأثير القوة الطاردة المركزية عليها .
وفى المولدات الكبيرة تصنع هذه الرقائق من عدة قطع ثم تجمع مع بعضها لتأخذ شكلاً دائرياً كما هو موضح فى شكل (1- 4) .



رقيقة من رقائق العضو الثابت فى المولد التوافقى

شكل (1 – 4)

جـ - ملفات المنتج Armature Windings

تصنع ملفات المنتج من أجود أنواع النحاس وقد توصل مع بعضها لتكون دائرة ذات طرفين إذا كان المولد ذا وجه واحد (Single Phase) أو توصل فى ثلاث مجموعات ذات ستة أطراف قد توصل نجمة أو دلتا إذا كان المولد ثلاثى الأوجه (Three Phase) توضع الملفات فى مجارى (Slots) العضو الثابت ، وتوزع على محيط الآلة كما تعزل عن بعضها وكذلك تكون معزولة عن القلب الحديدى بمادة عازلة ، تعتمد المادة العازلة المستخدمة على قيمة الجهد المتولد من المولد التوافقى وكذلك على أقصى درجة حرارة ممكن أن تصل إليها الملفات .
تصنع الملفات إما من طبقة واحدة (Single Layer) أو من طبقتين (Double Layer) فى المجرى الواحدة على المحيط الداخلى للعضو الثابت ، وتعزل عن بعضها بإستخدام الميكانيت وتشبع بالبيتومين المضغوط .

توصل ملفات العضو الثابت بعد إتمام عملية اللف إما على شكل نجمة (Star Y) وإما على شكل دلتا (Delta Δ) وعموماً تفضل توصيلة النجمة للمولدات التوافقية للاسباب الآتية :

أ – فى حالة توصيلة النجمة تكون قيمة جهد الوجه Phase Voltage مساوية لقيمة جهد الخط Line Voltage مقسومة على ($\sqrt{3}$) أى أن قيمة جهد الوجه تساوى 0.577 من قيمة جهد الخط وبالتالى تقل عدد اللفات فى حالة توصيلة النجمة بمقدار 0.577 عنها فى حالة توصيلة الدلتا .

ب- تقل أيضا كمية المادة العازلة المستخدمة فى حالة توصيلة النجمة وبالتالى تقل كذلك تكاليف العزل

جـ - فى حالة توصيلة النجمة تنعدم التوافقيات الثالثة ومضاعفاتها وبالتالى يتحسن شكل موجتى الجهد والتيار .

د – تعمل توصيلة النجمة للمولد التوافقى على اتاحة الفرصة لتوصيل سلك رابع من نقطة النجمة يسمى خط التعادل (الحياد) ويعتبر خط التعادل ميزة كبيرة لتوزيع القدرة الكهربية على أربعة أسلاك فى بعض الأحمال مثل الإنارة .

مما سبق يمكن استخلاص الخصائص الآتية لملفات المولدات التوافقية :

1- فى حالة الملفات الثلاثية الأوجه تكون بينها إزاحة وجه مقدارها 120 درجة .
2- توصيل الملفات الثلاثية الأوجه يكون غالبا على شكل نجمة Y
3- ممكن أن توضع الملفات من طبقة واحدة – ولكن وضع الملفات طبقتين بالمجرى هو الأكثر استخداماً .

(ب) العضو الدائر Rotor

يمثل العضو الدوار فى المولدات المتزامنة – عضو التوليد – حيث يتم فيه توليد الفيض المغناطيسى (Magnetic Flux) والدوران به أمام موصلات العضو الثابت ، يختلف تصميم هذا العضو باختلاف نوع الآلة المحركة وسرعتها كما يختلف عدد الأقطاب المغناطيسية المركبة عليه طبقاً لإختلاف تردد التيار المطلوب وسرعة دوران العضو الدوار ، تتم تغذية ملفات الأقطاب المغناطيسية (Field Winding) من منبع للتيار المستمر لتوليد خطوط قوى مغناطيسية (فيض مغناطيسى) ثابتة القيمة ، يمكن تقسيم أنواع العضو الدائر فى مولدات التيار المتغير إلى النوعين التاليين :

أ - العضو الدائر ذو الأقطاب البارزة

ب - العضو الدائر الأسطوانى (ذو الأقطاب الغاطسة)

أولاً : العضو الدائر ذو الأقطاب البارزة :

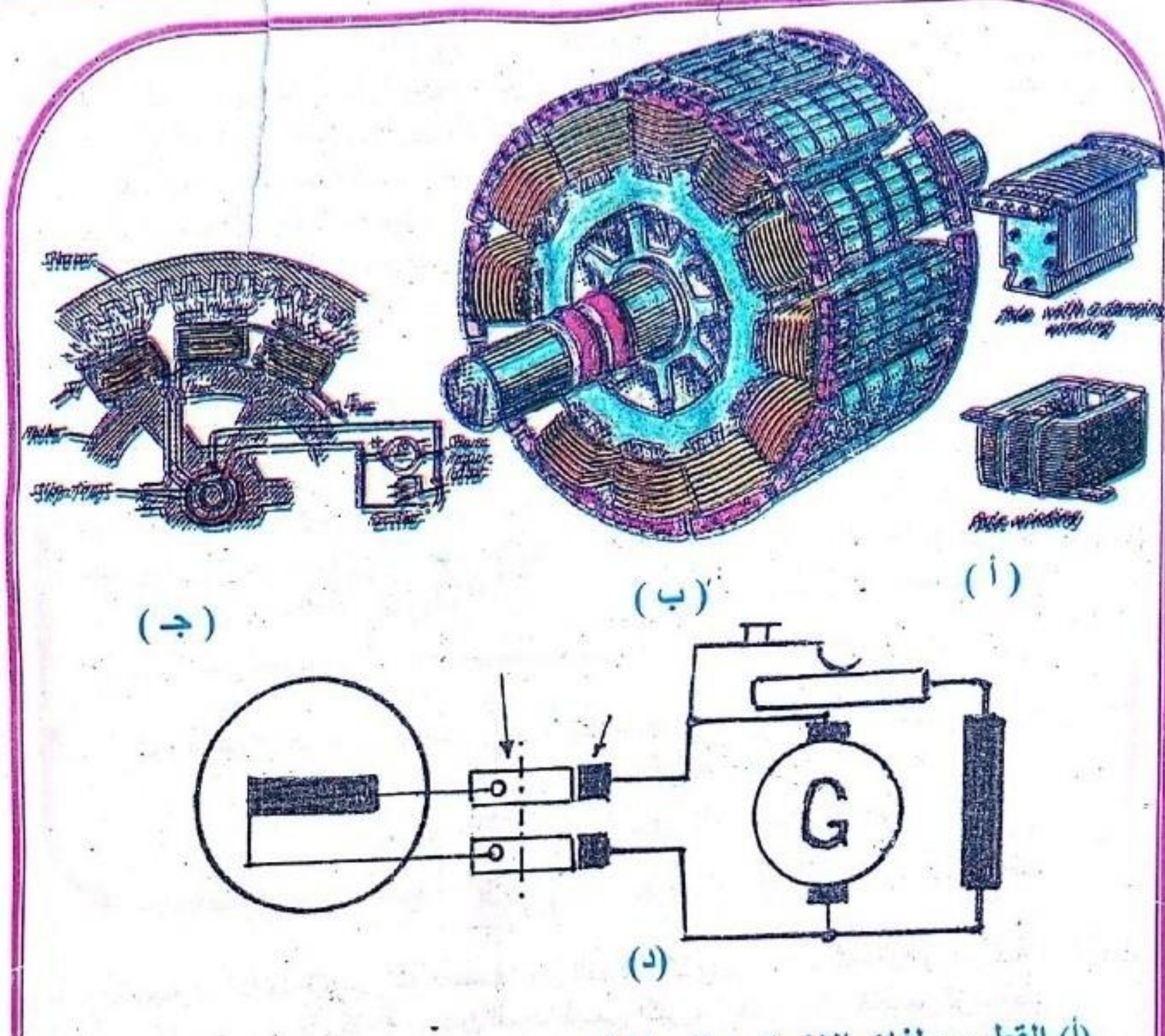
وهو عبارة عن طارة كبيرة تبرز منها الأقطاب المغناطيسية التى قد يصل عددها إلى ثمانين قطباً موزعة على محيطها الخارجى كما هو موضح فى شكل (1-5) .

لا يصلح هذا النوع إلا فى السرعات المتوسطة والبطيئة والتى تتراوح من 80 لفة فى الدقيقة إلى 600 لفة فى الدقيقة ، يرجع السبب فى عدم استعمال هذا النوع من الأقطاب فى السرعات العالية بسبب مفاقيد الاحتكاك بين الهواء والأقطاب البارزة مما ينتج عنه فقد جزء كبير من القدرة الكهربية المتولدة ، كذلك فإن دوران الأقطاب البارزة عند السرعات العالية يسبب حدوث صفير مزعج بالإضافة إلى أنه يصعب صنع أقطاب بارزة تكون متينة بدرجة كافية لتقاوم الجهود الميكانيكية الكبيرة التى تنشأ عن السرعات العالية .

تستخدم الأقطاب البارزة فى المولدات المتزامنة التى تدار بالتوربينات المائية ، وقطر العضو الدوار فى هذه الحالة يكون كبيراً إذ قد يصل إلى أربعة أمتار لكى يستوعب على محيطه العدد الكبير من الأقطاب البارزة ، وعمود الادارة المحورى صغير وقد يكون عمود الادارة إما أفقياً وإما رأسياً طبقاً لنوع التصميم .

يتم تغذية ملفات الأقطاب بالتيار المستمر عن طريق وضع حلقتى انزلاق (Slip Rings) على عمود الادارة (Shaft) .

تصنع حلقتا الانزلاق من النحاس ويتم عزلهما عن بعضهما وعن عمود الإدارة بإستخدام الميكانيت .



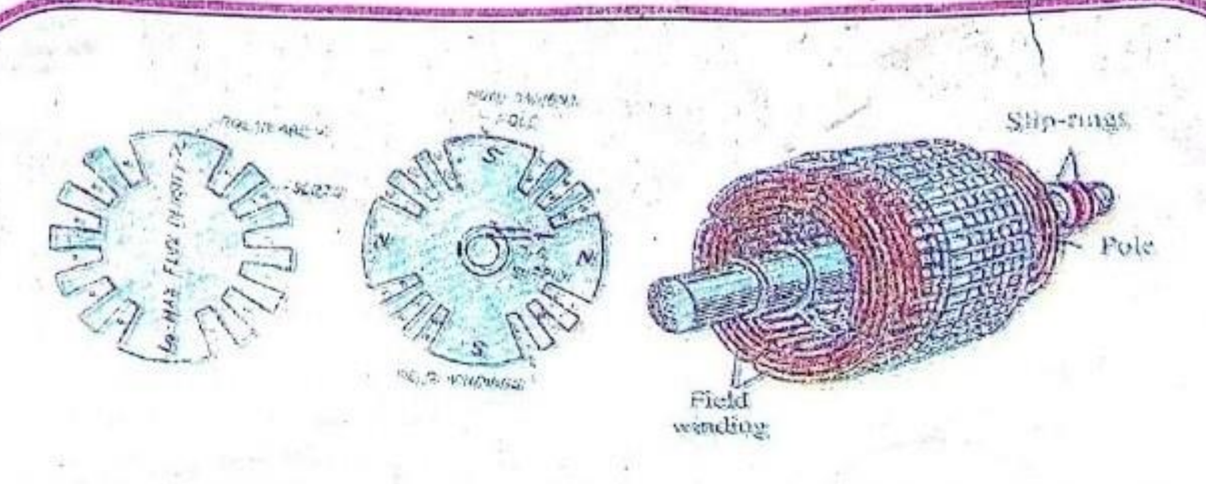
(أ) القطب بملفات الإخماد وملف القطب
(ب) منظور للعضو الدائر ذو الأقطاب البارزة
(جـ) قطاع لجزء من العضو الدائر وعليه الأقطاب وحلقات الانزلاق مع جزء من العضو الثابت
(د) الدائرة الكهربية المبسطة لملفات الأقطاب وحلقات الانزلاق والمغذى

العضو الدائر ذو الأقطاب البارزة

شكل (1 – 5)

ثانياً : العضو الدائر الأسطوانى (ذو الأقطاب الغاطسة) :

يصنع من قلب اسطوانى عبارة عن رقائق من الصلب السليكونى بالإضافة إلى محور يثبتان معاً كقطعة واحدة ، ثم تفتح مجارى طولية (Slots) موازية لمحور العضو الدائر وذلك لتكوين قلوب الأقطاب المغناطيسية التى تلف حولها ملفات التغذية ، تحزم ملفات التغذية بسلك رباط يلف حول الجسم الاسطوانى للعضو الدائر وذلك لمنع الملفات من الخروج من المجارى عند السرعات العالية كما هو موضح بشكل (1-6) .



الجزء الدوار فى مولد توافقى		رقيقة عضو دائر 4 قطب		رقيقة عضو دائر قطبين

العضو الدائر ذو الأقطاب الغاطسة

شكل (1 – 6)

يوضع بالمجارى ملفات تتصل مع بعضها فى النهاية لتكون أقطاب شمالية وجنوبية ، وتكون الملفات مرتبه بحيث تجعل كثافة الفيض المغناطيسى أكبر ما يمكن عند خط مركز القطبية .

ملفات الإخماد Damper Windings :

تصنع من قضبان من النحاس وتوضع فى مجارى بأحذية الأقطاب ثم تقصر من الأطراف بقضبان نحاسية مكونه (قفص سنجاب) وفائدة هذه الملفات :

1- تلاشى تأثير رد فعل عضو الاستنتاج
2- إخماد الاهتزازات التى تؤثر على سرعة التزامن فى المولدات
3- تستخدم كعضو دائر قفص سنجاب لبدء حركة المحرك التوافقى فى حالة استخدام الآلة كمحرك

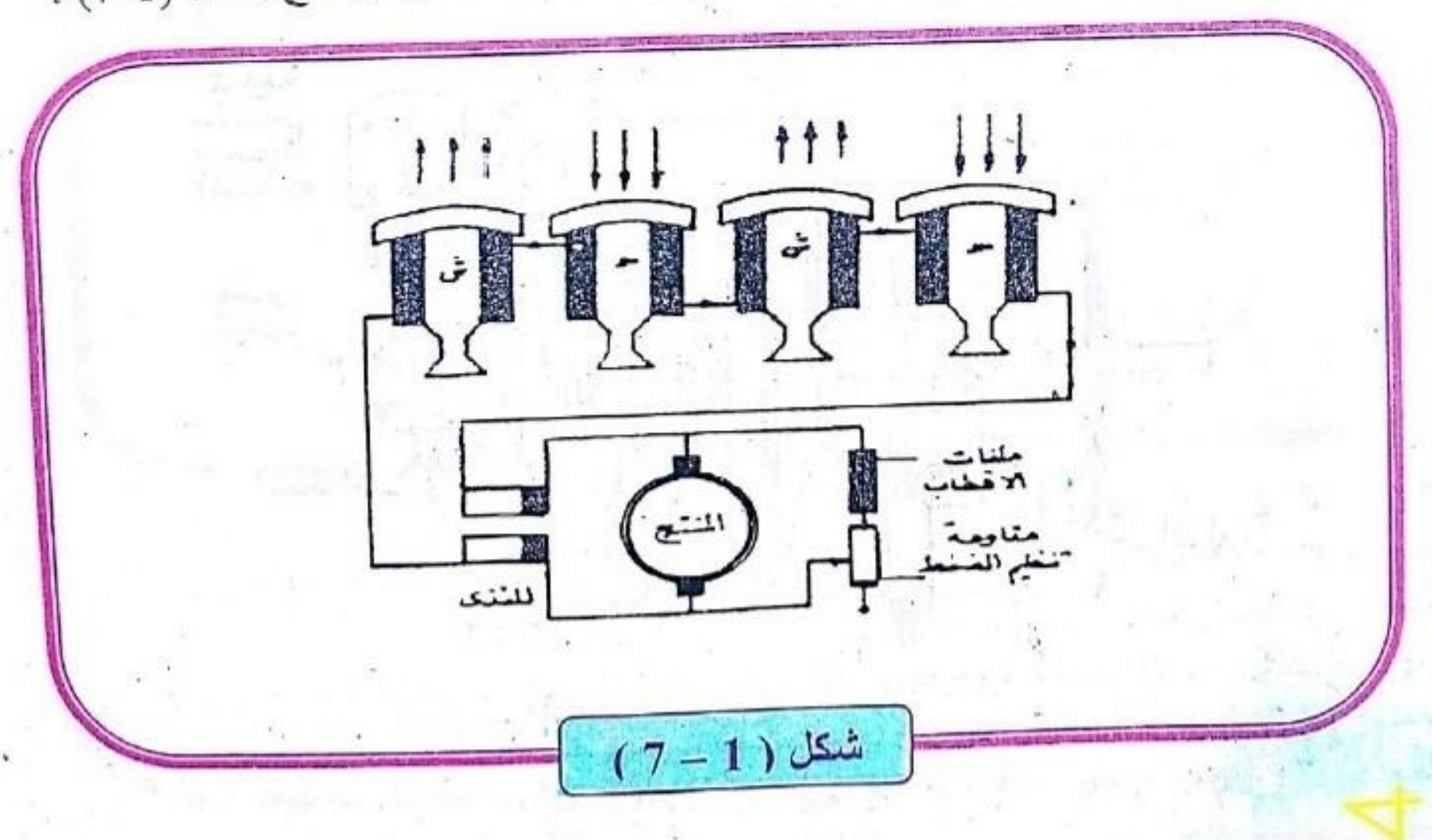
وجدول (1-1) يوضح مقارنة بين المولد ذو العضو الدائر ذو الأقطاب البارزة والمولد ذو العضو الدائر ذو الأقطاب الغاطسة .

جدول (1 – 1)

م	مولد ذو عضو دائر ذو أقطاب بارزة	مولد ذو عضو دائر ذو أقطاب غاطسة
1	يستخدم فى مولدات السرعات البطيئة	يستخدم فى مولدات السرعات العالية
2	يدار بواسطة تربينات مائية أو آلة ديزل	يدار بواسطة تربينات بخارية
3	تحدث صفير مزعج أثناء الدوران	لا تحدث صفير مزعج أثناء الدوران
4	عدم انتظام الثغرة الهوائية بين العضو الدائر والثابت	إنتظام الثغرة الهوائية
5	تهوية غير منتظمة ومعرض لعدم الاتزان الديناميكى	تهوية أفضل ومتزن ديناميكياً
6	قطره كبير وطوله المحورى قصير	قطره صغير وطوله المحورى كبير

1-4 تغذية أقطاب مولدات التيار المتردد المتزامنة :

يتم تغذية ملفات الأقطاب المغناطيسية بالتيار المستمر بطرق مختلفة بهدف التحكم فى قيمة الجهد المطلوب أو المقنن لخرج المولد سواء تحت الحمل أو فى حالة التحميل وتوصل ملفات الأقطاب على التوالى بحيث تعطى أقطاب مغناطيسية متعاقبة كما هو موضح بشكل (1-7) .



شكل (1 – 7)

1-4-1 طرق تغذية أقطاب مولدات التيار المتردد المتزامنة :

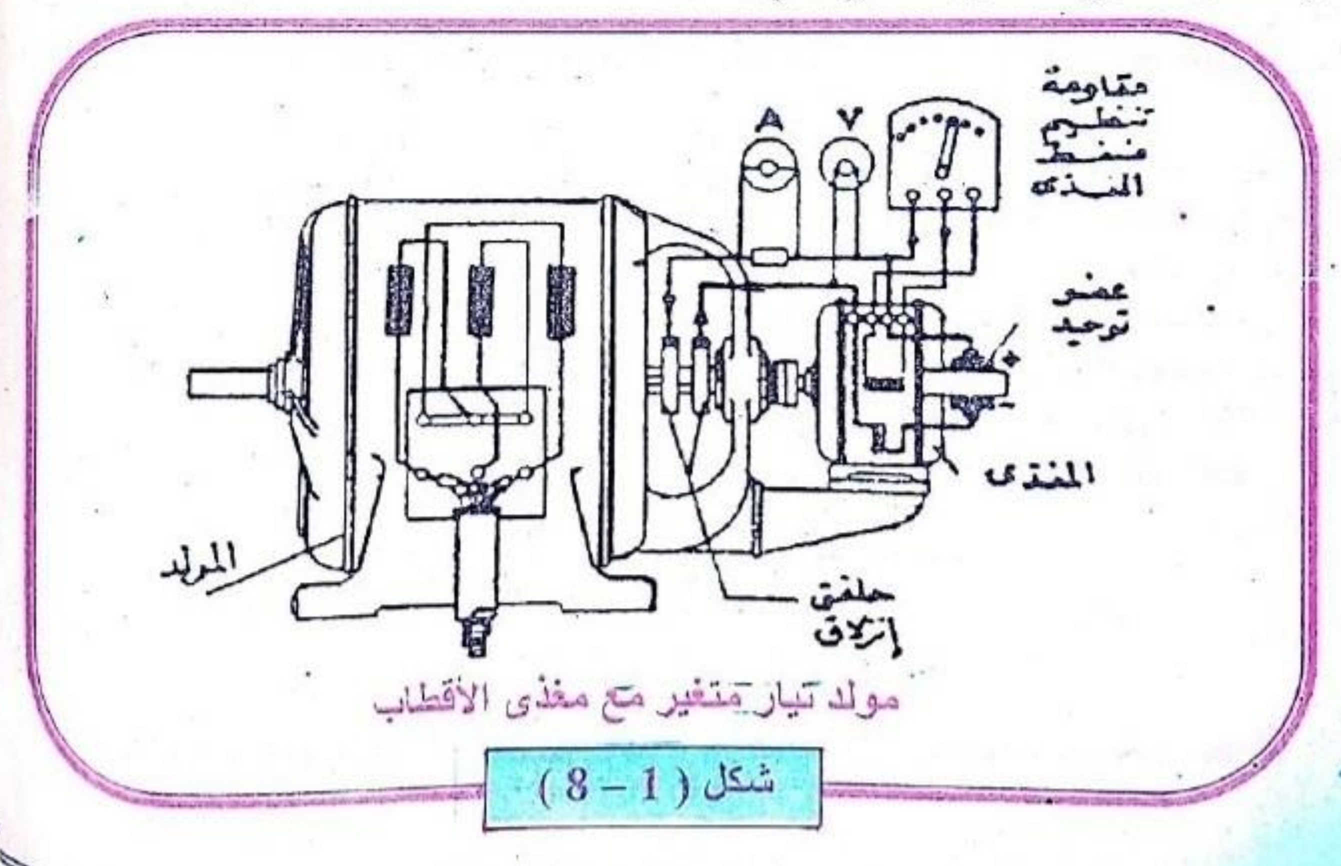
توجد 4 طرق لتغذية الأقطاب هى :

1- التغذية الخارجية
2- التغذية النفسية
3- التغذية المركبة
4- التغذية بدون فرش

أولاً : التغذية الخارجية :

أ – فى حالة مولدات التيار المتغير الصغيرة تغذى الأقطاب من مصدر خارجى كالبطاريات أو من شبكة تيار مستمر أو مولد تيار مستمر منفصل عن مولد التيار المتردد كما فى شكل (1-7) .

ب – فى حالة المولدات ذات القدرات الكبيرة يستخدم مولد تيار مستمر كبير يسمى المغذى يربط مع محور دوران المولد الرئيسى المراد تغذية أقطابه (مولد التيار المتردد) أو قد يكون على محور آلة خاصة به ، ويتم تغذية الأقطاب عن طريق فرشتين ترتكزان على حلقتى إنزلاق متصلتين بطرفى ملفات الأقطاب (العضو الدائر) كما فى شكل (1-8) .



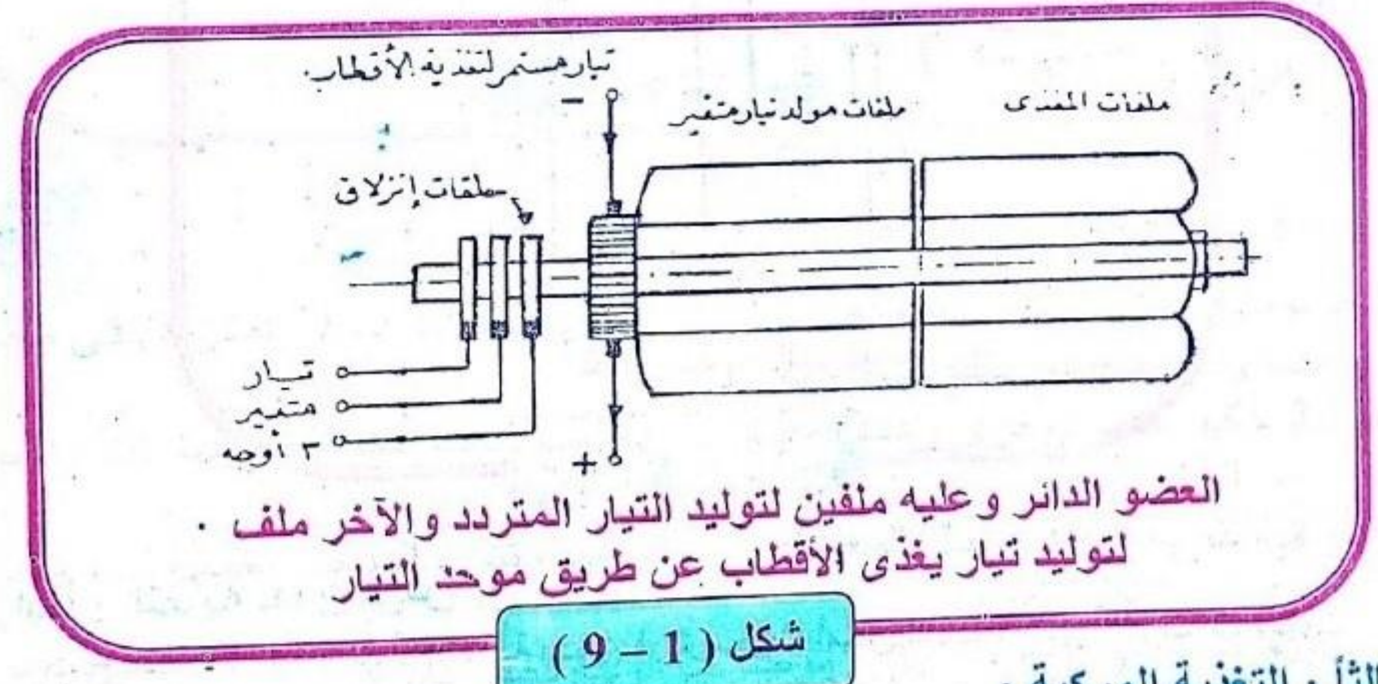
مولد تيار متغير مع مغذى الأقطاب

شكل (1 – 8)

ولهذه الطريقة عيوب تحد من استخدامها هى :

1- نتيجة لكبر تيار التغذية فى المولدات الكبيرة يلزم وجود عدد كبير من الفرش على عضو التوحيد مما يزيد من متاعب صيانته .
2- عجز عضو التوحيد للإستجابة للتغيرات المطلوبة من تيار التغذية طبقاً لتغير الأحمال .
3- لا تتحقق فيها صلاحية الأداء لمدة كبيرة من الزمن إذا تم تركيب المغذى على نفس المحور .

ثانياً : التغذية النفسية : (يشترط وجود مغناطيسية متبقية فى حديد الأقطاب)
يستخدم هذا النوع من التغذية فى المولدات ذات القدرات الصغيرة وغالباً ما تكون من النوع ذات المنتج الدائر حيث تكون الأقطاب ثابتة .
يتم تركيب ملفين على منتج المولد ، أحدهم ملفات توليد التيار المتردد أما الأخر فهو لتوليد تيار التغذية المستمر حيث يتصل هذا الملف بعضو توحيد مثبت على المحور ويؤخذ التيار المستمر بواسطة الفرش إلى ملفات الأقطاب كما فى شكل (1-9)

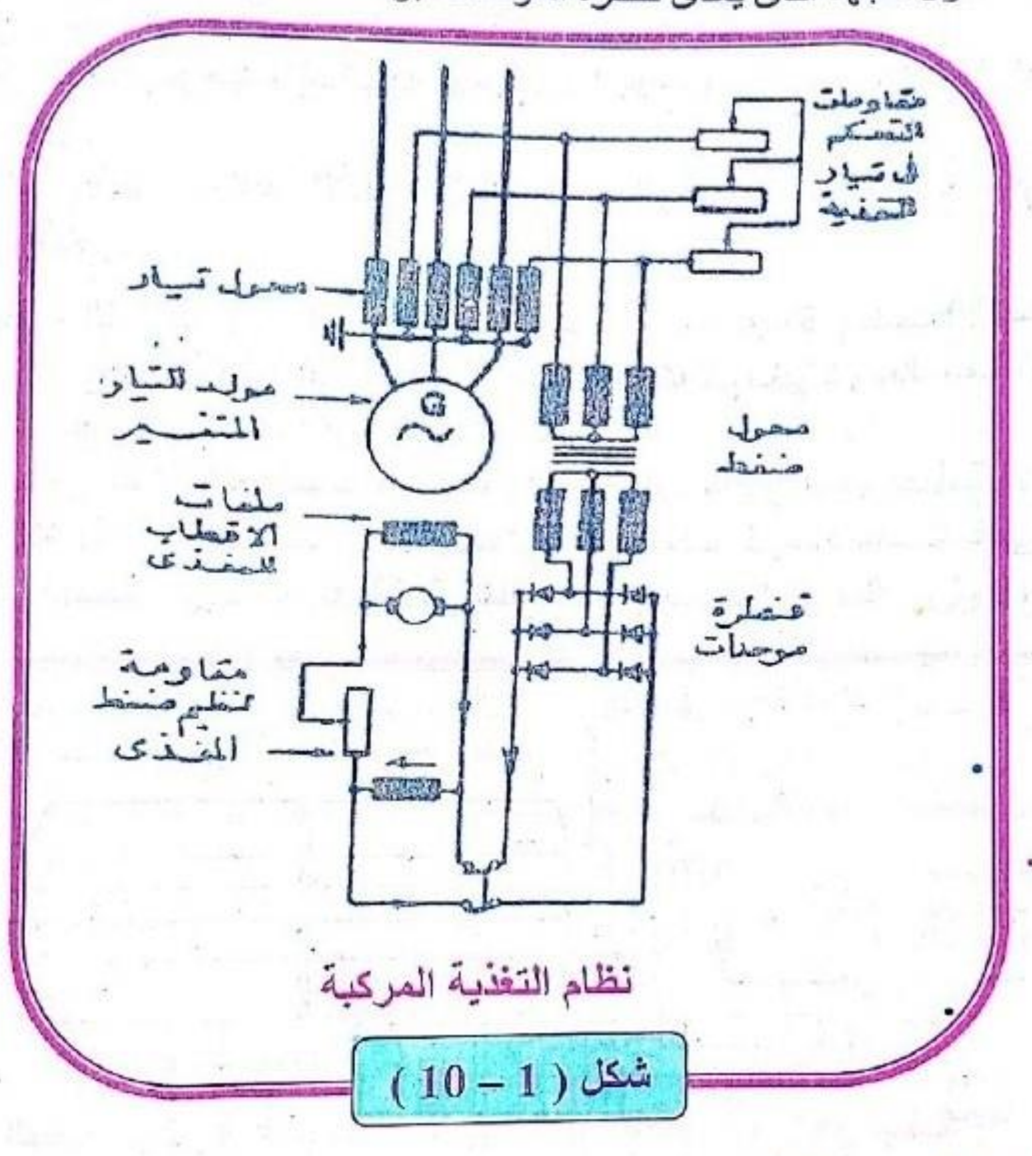


العضو الدائر وعليه ملفين لتوليد التيار المتردد والآخر ملف لتوليد تيار يغذى الأقطاب عن طريق موحد التيار .

شكل (1 – 9)

ثالثاً : التغذية المركبة :
وتجمع هذه الطريقة بين الطريقتين السابقتين حيث تجمع بين مميزات الطريقتين من حساسية التغذية طبقاً لتغيرات الحمل .
ويوضح شكل (1-10) دائرة يتم فيها تغذية المولد الرئيسى بواسطة مغذى (مولد تيار مستمر) ويتم التحكم فى تيار تغذيته بواسطة قنطرة موحدات والتى تغذى ملفات أقطاب المغذى الذى يزيد خرجه طبقاً لتيار التغذية والذى يتناسب مع أى تغير فى الحمل كما

أنه يمكن التحكم فى تنظيم جهد المولد الرئيسى (مولد التيار المتردد) عن طريق التحكم فى فرق الجهد لمحول الجهد الذى يغذى قنطرة الموحدات بواسطة مقاومات متغيرة .

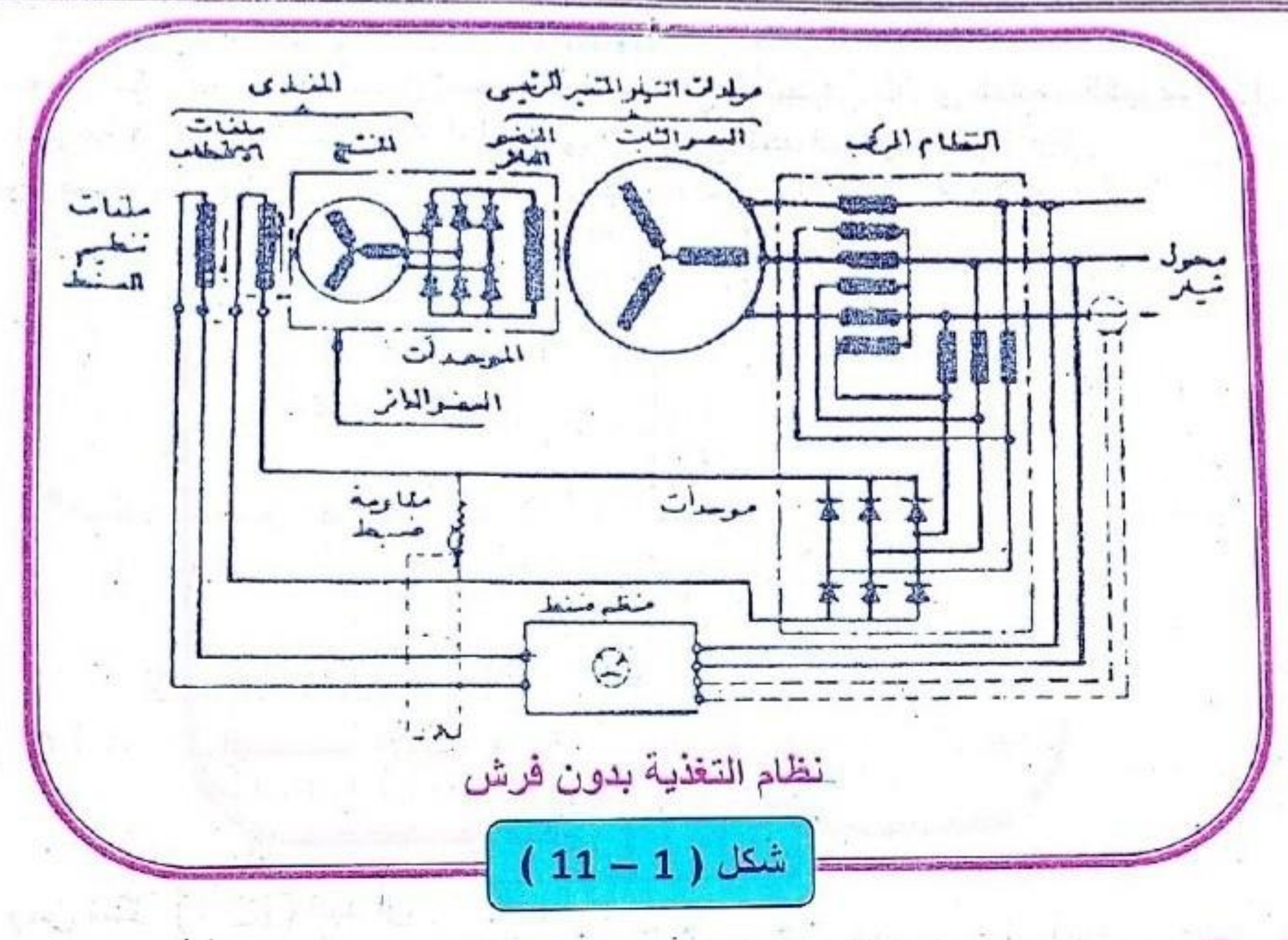


نظام التغذية المركبة

شكل (1 – 10)

رابعاً : التغذية بدون فرش :

يوضح شكل (1-11) نظام التغذية بدون فرش حيث أمكن التغلب على عيوب المغذيات ذات عضو التوحيد وذلك بأن يكون المغذى مولد تيار متردد ذو منتج دائر ويتم توحيد خرجه بواسطة قنطرة موحدات دواره مع المنتج ومع أقطاب المولد الرئيسى ، أما أقطاب مولد التغذية فيتم تغذيتها بواسطة قنطرة موحدات أيضاً عن طريق نظام مركب من محولات جهد ومحولات تيار ويتم التحكم في جهد المولد الرئيسى بواسطة منظم الجهد الذى يغذى ملفات التحكم الموجودة مع ملفات أقطاب المغذى ، مع ملاحظة أن هذا المغذى يعتمد أولا على المغناطيسية المتبقية فى أقطابه .



نظام التغذية بدون فرش

شكل (1 – 11)

1-5 توزيع الموصلات فى المجارى تحت الأقطاب :

قد توضع موصلات كل وجه تحت كل قطب (فى مولدات التيار المتردد) فى مجرى واحدة ولكن ينتج عن ذلك مشاكل منها :

1 - كبر حجم المجرى وعدد الموصلات بها مما يسبب سخونة الموصلات والعضو المنتج .

2 - تشويه موجه المجال المغناطيسى مما يسبب تشوه الموجه الجيبية للـ (ق.د.ك) المستنتجه بالمولد .

ولمنع هذه العيوب يفضل توزيع موصلات الوجه تحت كل قطب فى أكثر من مجرى حيث يحقق هذا التوزيع المميزات الآتية :

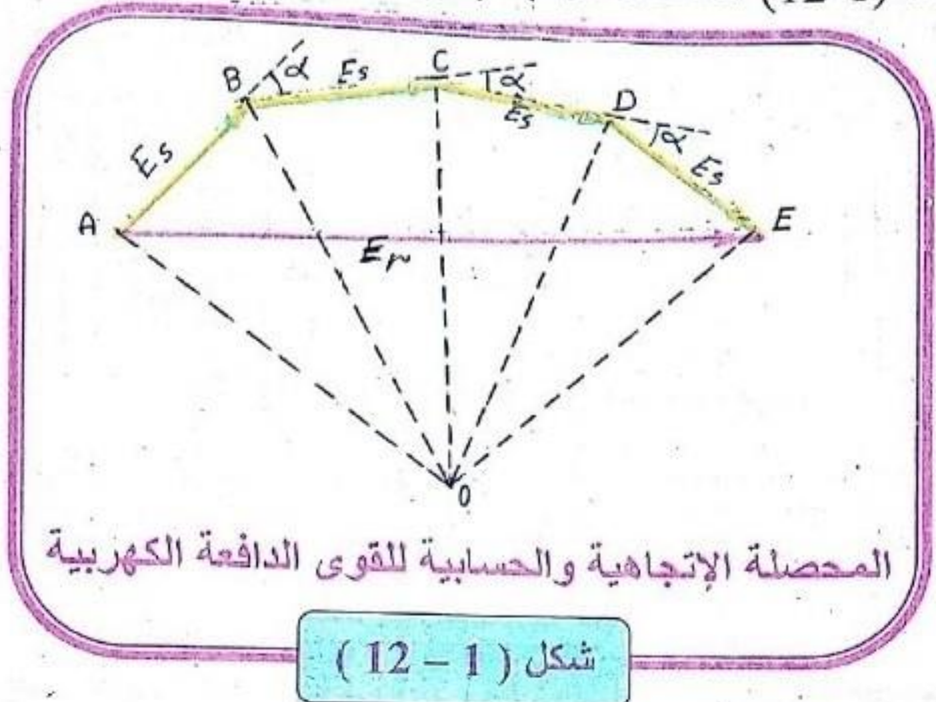
أ - تحسين شكل الموجه الجيبية للقوة الدافعة الكهربية المستنتجه بالمولد .

ب – سهولة فقد حرارة الملفات بالاشعاع وعدم سخونة عضو الاستنتاج.

لذلك يلزم معرفة معامل التوزيع (d.f) Distribution Factor اللازم لتحقيق التوزيع المناسب وكذلك معامل الخطوة (P.f) Pitch Factor

معامل التوزيع (Distribution Factor: (d.f

معامل التوزيع هو النسبة بين محصلة المجموع الأتجاهى للقوى الدافعة الكهربية Es المتولدة فى موصلات الوجه الواحد إلى المجموع الحسابى لهذه القوى Er .
ويوضح شكل (1-12) المحصلة الاتجاهية والحسابية للقوى الدافعة الكهربية .



المحصلة الإتجاهية والحسابية للقوى الدافعة الكهربية

شكل (1 – 12)

ومن شكل (1-12) نجد أن :

$$\text{معامل التوزيع } d.f = \frac{\text{المحصلة الاتجاهية للقوى الدافعة الكهربية}}{\text{المجموع الحسابى للقوى الدافعة الكهربية}}$$

$$d.f = \frac{\sin \frac{s\,\alpha}{2}}{s \sin \frac{\alpha}{2}}$$

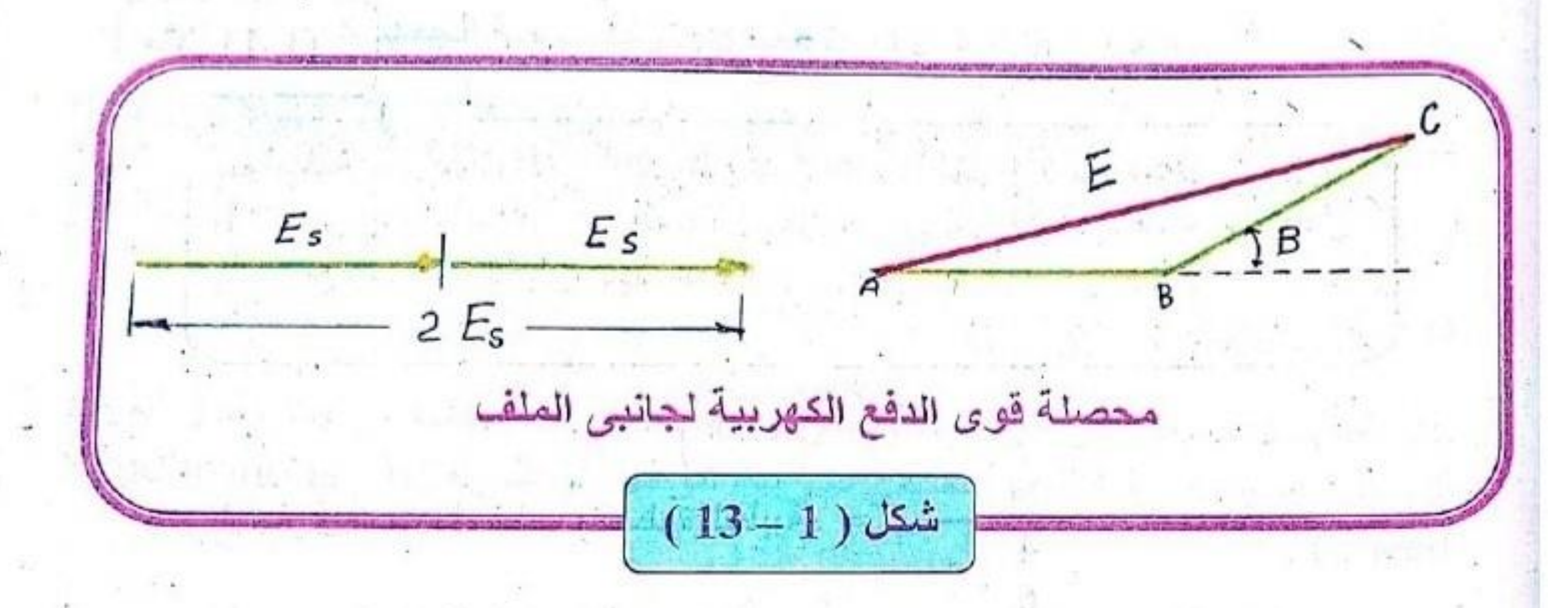
حيث :

S : عدد المجارى Slots تحت كل قطب لكل وجه

α : قيمة الزاوية المركزية بين كل مجرتين

معامل الخطوة (Pitch Factor (P.f

معامل الخطوة هو النسبة بين محصلة المجموع الاتجاهى للقوى الدافعة الكهربية لجانبى الملف إلى محصلة المجموع الحسابى لهذه القوى .
وبالاستعانة يشكل (1-13) نجد أن :



محصلة قوى الدفع الكهربية لجانبى الملف

شكل (1 - 13)

معامل الخطوة

$$p.f = \frac{2\,e.m.f\,(Es)\ \text{Cos}\,\frac{\beta}{2}}{2\,e.m.f\,(\,Es)}$$

$$= Cos(\frac{\beta}{2})$$

حيث β : هى الفرق بين الزاوية القطبية 180^{o} وزاوية اللف الجديدة

عند اللف بالخطوة القطبية نحصل على شكل موجة جيبية مشوهه . كما أن مقدار ثمن الموصلات لا يتناسب مع قيمة القوة الدافعة الكهربية المستنتجه ، لذلك وجد أنه من المستحسن لف الملفات بخطوة لف أقل من الخطوة القطبية ، ولذلك أيضا فإنه فى مولدات التيار المتردد ذات الوجه الواحد يترك ثلث عدد المجارى (Slots) بدون لف توفيراً فى ثمن الموصلات وتمتاز طريقة اللف بمعامل خطوة أقل من الخطوة القطبية بالآتى :

1- التوفير فى ثمن الموصلات
2- تحسين شكل الموجه الجيبية للقوة الدافعة الكهربية المستنتجه

مثال (1-1)

مولد تيار متردد توافقى ثلاثى الأوجه ، عدد أقطابه 4 قطب وعدد المجارى 24 مجرى ، فإذا كان عدد المجارى بين جانبى كل ملف 4 ، فاحسب معامل التوزيع ومعامل الخطوة لهذا المولد .

الحـــل

عدد المجارى تحت كل قطب (الخطوة القطبية) = $\frac{24}{4} = 6$ مجرى

عدد المجارى تحت كل قطب لكل وجه (S) = $\frac{6}{3} = 2$ مجرى

الزاوية بين كل مجرتين (α) = $\frac{180}{6} = 30^\circ$

زاوية اللف (θ) = $4 \times 30^\circ = 120^\circ$

فرق زاوية الوجه (β) = الزاوية القطبية 180° – زاوية اللف

$= 180^\circ - 120^\circ = 60^\circ$

معامل التوزيع d.f

$$d.f = \frac{\sin\frac{s\,\alpha}{2}}{s\sin\frac{\alpha}{2}} = d.f = \frac{\sin\frac{2\times 30}{2}}{2\sin\frac{30}{2}} = \frac{0.5}{0.5176} = 0.97$$

معامل الخطوة p.f

$$p.f = Cos(\frac{\beta}{2}) = Cos\frac{60}{2} = Cos30 = 0.87$$

1- 6 العلاقة بين التردد والسرعة وعدد الأقطاب :

فى المولد التوافقى ذى القطبين الأثنين نجد أن موجة الجهد المتولدة تغطى ذبذبة واحدة (one Cycle) خلال دورة واحدة (one revolution) لعمود الإدارة . إذا كان المولد له عدد من الأقطاب يساوى (2P) فإن عدد الذبذبات التى تصنعها موجة الجهد المتولدة فى دورة واحدة لعمود الإدارة يساوى (P) فإذا كانت سرعة المولد هى (N) لفة فى

الدقيقة أى ($\frac{N}{60}$) لفة فى الثانية الواحدة نجد أن تردد موجة الجهد تكون (f) بحيث يكون :

$$f=\frac{P\times N}{60} \quad Hertz \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1-1)$$

ووحدات التردد هى الهرتز Hertz أو ذبذبة لكل ثانية

لكى يظل التردد ثابتاً فإن سرعة الدوران يجب أن تظل ثابتة أيضا . ولهذا يدور المولد التوافقى بسرعة ثابتة القيمة تسمى سرعة التوافق او التزامن (Synchronous Speed) .

التردد القياسى فى جمهورية مصر العربية 50 Hz ، وسرعة التوافق المناظرة لأعداد مختلفة من الأقطاب موضحة فى جدول (1-2) .

جدول (1-2) سرعة التوافق عند تردد (50 Hz) لأعدد مختلفة من الأقطاب

2P pole	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
N r.p.m	3000	1500	1000	750	600	500	428.6	275	333.3	300

مثال (1-2)

ما هو تردد الجهد الذى يولده مولد توافقى به عشرة أقطاب يدور بسرعة مقدارها 3000 لفة / د ؟

الحـــل

$2P=10 \quad N=3000\ r.p.m$

$$f=\frac{P\times N}{60}=\frac{5\times 3000}{60}=250\ Hz$$

1- 7 معادلة القوة الدافعة الكهربية المتولدة فى الموصل :

فى المولد التوافقى تدور الأقطاب فى حركة دورانية بينما الموصلات التى تتولد فيها القوة الدافعة الكهربية تكون ثابتة لا تتحرك فى المجازى الموجودة فى العضو الثابت . القيمة المتوسطة للجهد المتولد بين طرفى الموصل عندما يعبره قطب واحد هى (e) بحيث يكون :

$$e=\frac{\phi}{t} \quad \text{.......} \quad (1-2)$$

حيث ϕ = الفيض المغناطيسى لكل قطب ووحداته هى الوبر

t = الزمن الذى يستغرقه القطب الواحد لعبور موصل ، ووحداته هى الثانية

وحيث أن التردد (f) هو عدد الذبذبات (أو الدورات) فى الثانية الواحدة .

∴ يكون زمن الذبذبة الواحدة يساوى $(\frac{1}{f})$

من المعلوم أن القطب الواحد (سواء كان قطباً جنوبياً أو شمالياً) يغطى نصف دورة أو ذبذبة أو (نصف ذبذبة) عندما يعبر موصلاً واحداً لأن الدورة يجب أن يغطيها قطب شمالى وقطب جنوبى معاً .
وبالتالى نجد أن (t) فى المعادلة (2-1) يمكن التعويض عنها كما يلى :

$$t=\frac{1}{2f} \quad \text{.......} \quad (1-3)$$

وبذلك تصبح المعادلة (2-1) كما يلى :

$$e=2\phi f \quad \text{.......} \quad (1-4)$$

إذا كان التغير فى الفيض يتبع موجة جيبية فكذلك يكون التغير فى الجهد الكهربى المتولد طبقاً للموجة الجيبية .

من المعلوم كذلك أن معامل الشكل للموجة الجيبية يساوى (1.11) فإذا رمزنا للقيمة الفعالة للجهد المتولد فى الموصل بالرمز (E) فنجد أن :

$$E=2.22\phi f \quad \text{.......} \quad (1-5)$$

العلاقة (1-5) تمثل الجهد الذى يتولد بين طرفى موصل واحد فى المولد التوافقى ولكن اللفة الواحدة (one coil) عبارة عن موصلين أثنين وبالتالى تصبح العلاقة (1-5) كما يلى :

$$E = 4.44\phi f \quad \ldots\ldots \quad (1-6)$$

العلاقة (1-6) تمثل الجهد الذى يتولد بين طرفى لفة واحدة لكل وجه فى المولد التوافقى فإذا كان عدد اللفات لكل وجه المتصلة مع بعضها على التوالى هو (Z) فإن :

$$E = 4.44\phi f Z \quad \ldots\ldots \quad V/ph \quad (1-7)$$

حيث (E) هى قيمة الجهد المتولد للوجه الواحد
وإذا أخذنا فى الاعتبار معامل التوزيع (d.f) ومعامل الخطوة (p.f) على ق.د.ك المستنتجه فى الوجه فإن المعادلة السابقة تصبح :

$$E = 4.44\phi f Z (d.f)(p.f) \quad \ldots\ldots \quad V/ph \quad (1-8)$$

مثال (1- 3)

مولد توافقى ثلاثى الأوجه يحتوى على قطبين اثنين . العضو الثابت به 210 لفة . فإذا كان الفيض المغناطيسى يساوى 0.0175 وبر لكل قطب . فإحسب قيمة الجهد المتولد إذا كان التردد 60 Hz .

الحــل

عدد اللفات الكلية = 210

عدد اللفات لكل وجه = $\frac{210}{3}$ = 70 لفة/ وجه

$$Z = 70$$

$$\therefore E = 4.44 \times f\,\phi\,Z$$

$$= (4.44)(60)(0.0175)(70) = 326.34 \quad \text{Volt per Phase}$$

مثال (1- 4)

مولد توافقى ثلاثى الأوجه به ثمانية أقطاب ، 18 مجرى . تحتوى كل مجرى (Slot) على عشرة موصلات . فإذا كان الفيض المغناطيسى الذى يدخل إلى العضو الثابت من كل قطب تبلغ قيمته 0.04 ويبر . علما بأن التردد 50 Hz فاحسب قيمة الجهد المتولد فى كل وجه .

الحـــل

Number of slots = 18 عدد المجارى

Number of conductors per slot = 10 عدد الموصلات بالمجرى 10

Total number of conductors = (10)(18) = 180 conductors

عدد الموصلات لكل وجه $= \frac{180}{3} = 60$

عدد لفات الملفات لكل وجه $= \frac{60}{2} = 30$

$Z = 30$

$\therefore E = 4.44 \times f \phi Z$

$= (4.44)(50)(0.04)(30)$

$= 266.4$ *Volt per Phase*

مثال (1- 5)

مولد توافقى 3 أوجه ، 16 قطب ، موصل Y ، عضو الاستنتاج به 144 مجرى وكل مجرى بها 10 موصلات . اللف بطبقة واحدة ، فإذا دار المولد بسرعة 375 لفة/دقيقة وكان الفيض المغناطيسى 0.05 وبر/قطب ومعامل التوزيع للملفات 0.96 فأوجد :

أ – التردد

ب – (ق.د.ك) المستنتجه للوجه الواحد

جـ - جهد الخط الفعال

الحـــل

عدد الأقطاب = 2P $\therefore$ P=8

$$f = \frac{P.N}{60}$$
$$= \frac{8 \times 375}{60} = 50\ Hz$$
$$E/ph = 4.44 \times (\text{d.f})\,(\text{p.f}) \times f \times \phi \times Z$$
$$= 4.44 \times 0.96 \times 1 \times 50 \times 0.05 \times (\frac{144 \times 10}{3 \times 2})$$
$$= 2557.44\ V$$

جهد الخط Line Voltage (V_L)

$$V_L = \sqrt{3}\ E_{r.m.s}/ph$$
$$= \sqrt{3} \times 2557.44$$
$$= 4424.37\ V$$

1-7-1 العوامل المؤثرة فى قيمة جهد المولد التزامنى :

تتوقف قيمة جهد المولد (e.m.f) على العوامل الآتية :

1- سرعة المولد
2- تيار التغذية للمولد (D.C)
3- قيمة تيار الحمل
4- نوع الحمل الذى يغذى من أطراف المولد (معامل قدرة الحمل)

1- سرعة المولد Generator Speed :

تزيد قيمة القوة الدافعة الكهربية e.m.f المستنتجة كلما زادت سرعة الآلة التى تدير المولد وتهبط كلما نقصت السرعة .

2- تيار التغذية للمولد Field Current (or Exciter) :

تتوقف قيمة القوة الدافعة الكهربية e.m.f المستنتجة على قيمة تيار التغذية للأقطاب تزيد وتهبط بزيادة ونقص تيار التغذية .

3- قيمة تيار الحمل Armature Current (Load Current) :

عند زيادة تيار الحمل يزيد الفقد فى الممانعات التوافقية والمقاومة المادية للموصلات وبذلك يقل الجهد على أطراف المولد .

4- نوع الحمل الذى يغذى من أطراف المولد (معامل قدرة الحمل)

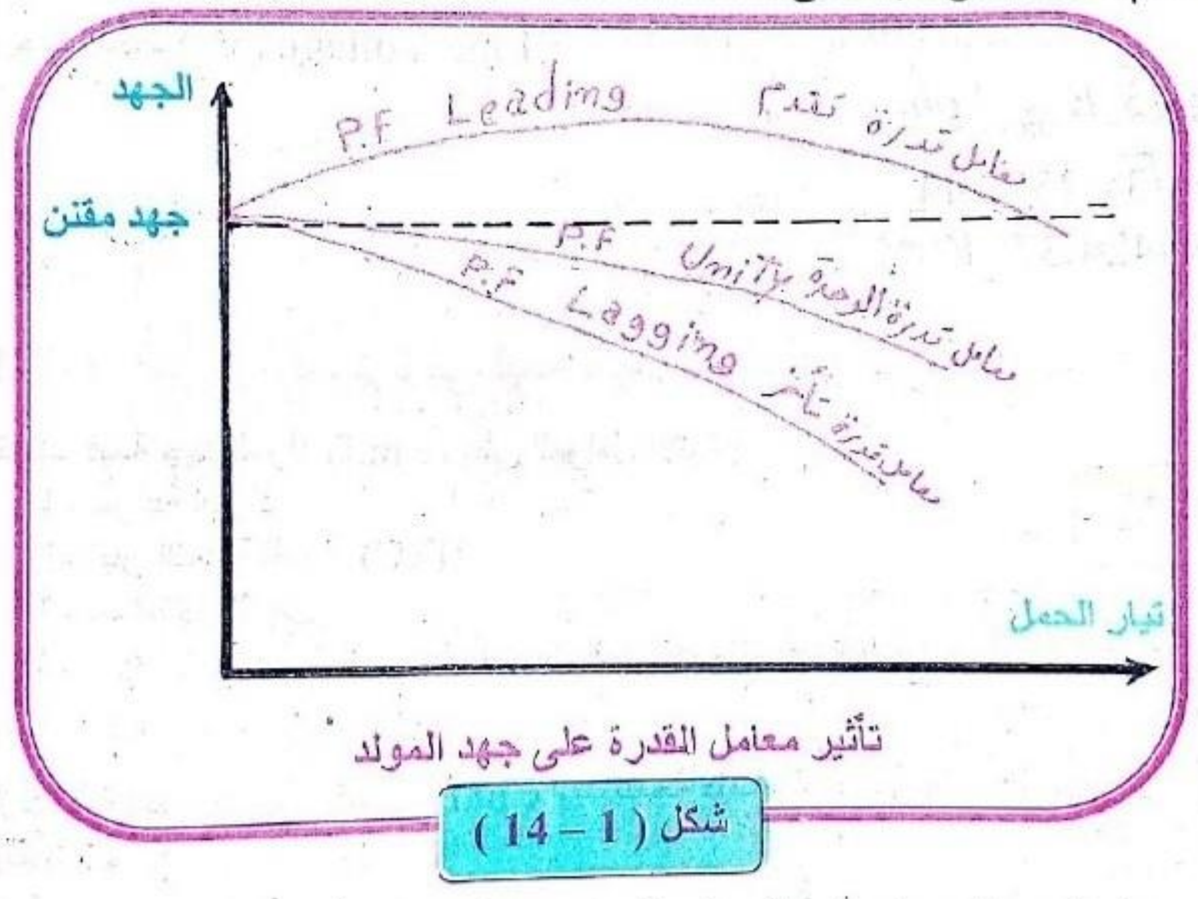
1- إذا كان الحمل استنتاجى أى يسحب تيار عند معامل قدرة متأخر فإنه يسبب إنحفاض قيمة الجهد .

2- إذا كان الحمل سعوى أى يسحب تيار عند معامل قدرة متقدم فإنه يسبب زيادة قيمة الجهد .

3- فى حالة الأحمال المادية (معامل قدرة = الوحدة) فإن الجهد يقل فقط بمقدار الجهد المفقود فى المقاومة المادية والممانعة التوافقية .

تأثير معامل قدرة الحمل على جهد المولد :

يوضح شكل (1-14) العلاقة بين تيار الحمل (تيار العضو الثابت) وجهد المولد عند حالات مختلفة لقيم معامل القدرة نجد الآتى :



تأثير معامل القدرة على جهد المولد

شكل (1 – 14)

(أ) معامل القدرة الوحدة p.f unity (حمل مادى) مثل سخان أو مصباح توهج فى هذه الحالة تكون e.m.f المستنتجة عند أقصى قيمة لها وفى نفس الاتجاه مع التيار وعند أقصى قيمة له أيضا ، وينتج عن ذلك تشويه للمجال ولكنه لا يضعفه .

(ب) عند معامل قدرة تأخر (حمل استنتاجى) مثل المحركات الحثية p.f Lagging فى هذه الحالة يضاد المجال المغناطيسى الناتج من العضو الساكن ، المجال المغناطيسى الناتج من الأقطاب وبالتالى يضعفه وهذا يسبب انخفاض فى قيمة e.m.f.

(جـ) عند معامل قدرة تقدم (حمل سعوى) مثل أجهزة الكترونية p.f Leading فى هذه الحالة المجال المغناطيسى الناتج من العضو الثابت يساعد مجال الأقطاب وهذا يسبب زيادة قيمة القوة الدافعة الكهربية (e.m.f) .

8-1 تنظيم الجهد فى المولدات المتزامنة :

يعرف تنظيم الجهد (Voltage Regulation) فى المولد التوافقى بأنه فرق الجهد بين كل من الجهد المتولد والجهد الطرفى محسوبا كنسبة مئوية من الجهد الطرفى أى أن :

$$\text{Percent Voltage Regulation} = \frac{E - V_t}{V_t} \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1-9)$$

حيث E : الجهد المتولد

V_t: الجهد الطرفى

تتغير قيمة تنظيم الجهد بتغير الأحمال على المولد التوافقى ففى حالات معاملات القدرة المتقدمة تكون قيمة تنظيم الجهد سالبة بينما تكون موجبة فى حالة معاملات القدرة المتأخرة ولهذا يجب تحديد معامل القدرة عند الحديث عن تنظيم الجهد فى المولدات التوافقية .

مثال (1- 6)

مولد توافقى يغذى حملاً له معامل قدرة متقدم قيمته 0.8 وكان الجهد المتولد 114.71 فولت والجهد الطرفى للمولد 127 فولت . احسب تنظيم الجهد لهذا المولد .

الحـــل

$Cos\,\phi = 0.8\ Leading$ - $\quad E = 114.71\ V \quad V_t = 127\ V$

$$\text{Percent Voltage Regulation} = \frac{E - V_t}{V_t} \times 100$$

$$= \frac{114.71 - 127}{127} \times 100$$

$$= -9.68\ \%$$

أهمية معامل تنظيم الجهد فى المولدات المتزامنة :

ترجع أهمية هذا المعامل إلى :

1- يعطى فكرة عن مدى التغير فى الجهد على أطراف المولد
2- يعطى فكرة عن مدى استقرار جهد المولد

عيوب عدم تنظيم جهد المولدات :

1- تلف قضبان التوزيع العمومية (B.B) فى المحطة من تيارات القصر أو التيارات الزائدة .
2- خروج المولدات (فصلها) من التوافق
3- انقطاع التيار وعدم استمرار التغذية
4- تلف أجهزة المستهلكين

مميزات تنظيم الجهد فى المولدات التوافقية :

1- استمرار إتزان جهد الشبكة وعدم خروج محطة التوليد من التوافق
2- حماية قضبان التوزيع العمومية فى المحطة من تيارات القصر
3- استمرارية التغذية الكهربية إلى المستهلكين
4- توزيع القدرة الغير فعالة بين المولدات

تتركز عملية تنظيم الجهد فى المولد ات بواسطة التحكم فى تيار تغذية الأقطاب ويتم ذلك حسب نوع التغذية :

1- فى حالة التغذية من مصدر تيار مستمر (شبكة DC أو بطاريات) تستخدم مقاومة متغيرة لتنظيم تيار تغذية الأقطاب
2- فى حالة التغذية بواسطة المغذى (Excitor) (مولد تيار مستمر) يتم التحكم فى تيار المجال (الأقطاب) (وقد يسمى أحياناً تيار التنبية أو تيار الإثارة) حيث يمكن تقليله أو زيادته فيقل تبعاً له جهد المغذى وبالتالى يقل أو يزيد تيار أقطاب المولد الرئيسى .
3- أما فى حالة التغذية المركبة يزيد الجهد بزيادة التيار الناتج من عملية التوحيد والمغذى مباشرة وذلك بالتحكم فى جهد المحول الذى يغذى الموحدات عن طريق مجموعة المقاومات المتغيرة .
4- قد تتم عملية تنظيم الجهد يدوياً غير أنها غير عملية حيث لا يمكن متابعة التغيرات التى تحدث فى الحمل ولذلك تستخدم المنظمات الأتوماتيكية التى تضبط الجهد على القضبان العمومية فى حدود ($\pm 1 : 0.5\%$)

مثال (1- 7)

مولد توافقى ثلاثى الأوجه قدرته 600 K.V.A وجهد أطرافه 2.2 K.V وذلك عند حمل 100 A بمعامل قدرة 0.866 تقدم . وعندما رفع الحمل أصبح جهد الأطراف 2.080 K.V فأوجد تنظيم جهد هذا المولد .

الحـــل

$$\%\text{Reg.}=\frac{E_O-V}{V}$$

$$=\frac{2080-2200}{2200}\times 100=5.5\%$$

حيث E_O : جهد الأطراف عند رفع الحمل

V : جهد المولد

1- المنظمات الإلكتروميكانيكية : Electro – Mechanical Regulators

تعمل هذه المنظمات على تغيير تيار التغذية عن طريق توصيل أو فصل مقاومة مادية في دائرة ملفات التنبيه (الأقطاب) للمولد يؤدى إلى تغيير فى قيمة (ق.د.ك) المتولدة بالقدر الذى يجعل الجهد على أطراف المولد ثابتاً برغم تغيير الحمل . وأهم هذه الأنواع هو :

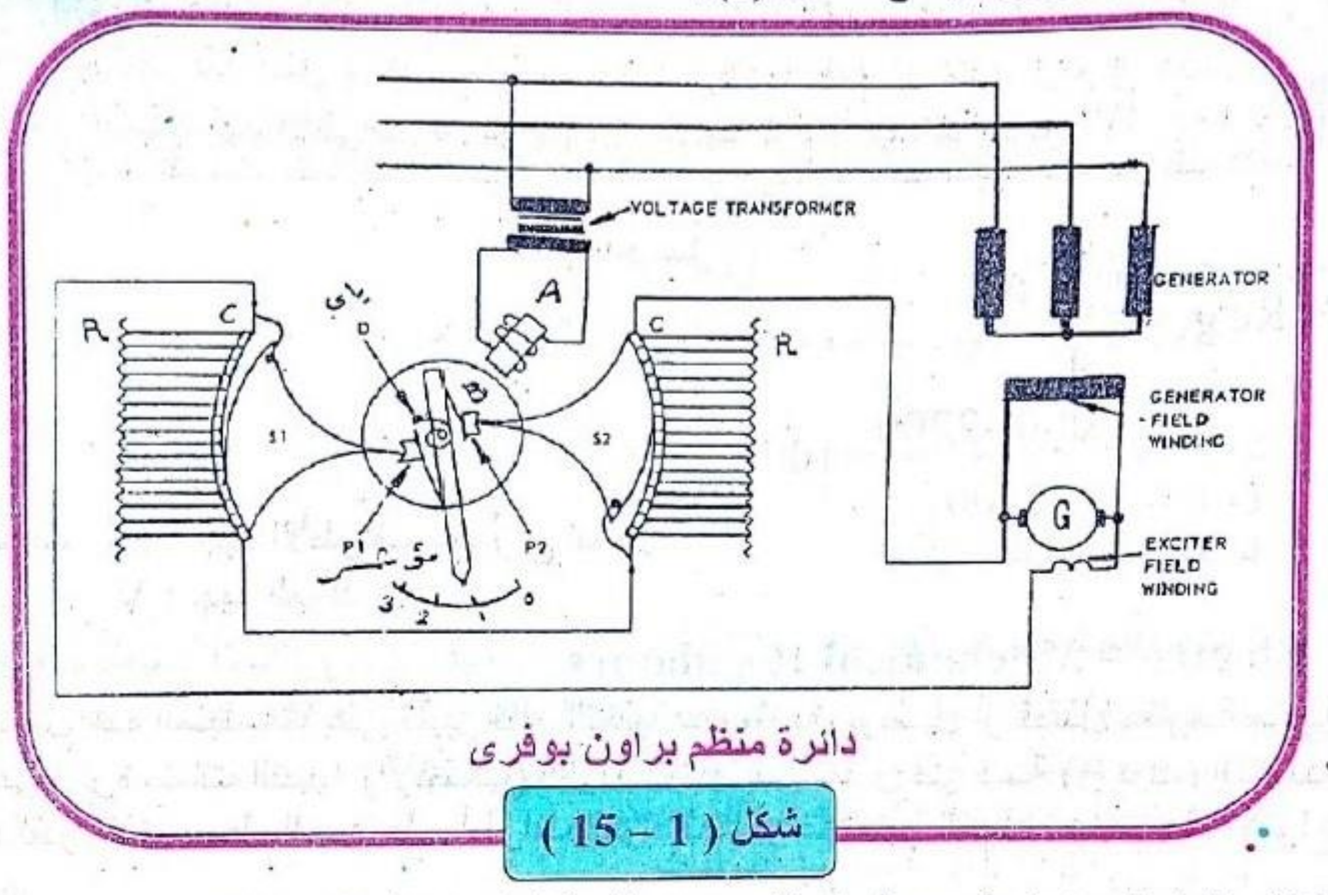
منظم براون بوفرى Brown Boveri :

يبين شكل (1-15) تركيب الجهاز ويحتوى على ملف ثابت (A) يغذى عن طريق محول جهد وجزء متحرك عبارة عن أسطوانة من الألومنيوم (B) وعند مرور التيار فى الملف (A) يسبب تولد تيارات إعصارية فى أسطوانة من الألومنيوم ينشأ عنها عزم كهربى يسبب دوران الأسطوانة (B) المثبت عليها بعض اليايات وكذلك الجناحان (S_1،S_2) اللذان يتحركان مع الأسطوانة وينزلقان على نقاط إتصال (R) لإدخالها أو إخراجها بالتدريج من دائرة المغذى مما يتسبب فى تغيير مقاومة ملفات تنبية المغذى.

نظرية تشغيله :

عندما يكون الجهد المتولد هو جهد المولد المطلوب يكون العزم الكهربى بين A و B مساوياً للعزم الميكانيكى الناشئ من ضغط اليايات على الجزء المتحرك فيثبت المؤشر عند قيمة معينة (1) مثلاً . وعند ارتفاع جهد المولد عن القيمة الحقيقية فيسبب ذلك زيادة العزم الكهربى عن العزم الميكانيكى ويتحرك الجزء المتحرك (الاسطوانة) ومعه

المقاومة (R) فى دائرة ملفات تنبيه المغذى وتقل بالتالى تغذية مولد القدرة الكبير وبالتالى يقل جهده ويعود بعد ذلك إلى القيمة المقررة وكذلك يعود العزم الكهربى الناشئ إلى ما هو عليه فيعود المؤشر إلى الوضع السابق (1) .



دائرة منظم براون بوفرى

شكل (1 – 15)

كذلك إذا انخفضت قيمة جهد المولد الكبير عن القيمة المقررة يقل العزم الكهربى عن عزم اليايات وتدور الاسطوانة فى الاتجاه الآخر ويتحرك المؤشر إلى الوضع (0) مثلاً وأثناء الدوران ينزلق الجناحان (S_1،S_2) ليخرجا جزءاً من المقاومة (R) من دائرة ملفات تنبيه المغذى . الأمر الذى يسبب فى زيادة تيار التغذية للمولد الكبير فيرتفع جهده إلى ما كان عليه ويعود مؤشر الجهاز إلى الوضع (1) مرة أخرى .

ويلاحظ هنا أن المنزلقين (S_1،S_2) مثبتان مع المؤشر عن طريق دعامتين (P_1،P_2) حيث تستقطع أو تدخل المقاوم (R) بقيم متساوية من الجانبين .

2- منظمات الجهد الالكترونية : An Electronic Type Regulator

تطورت صناعة منظمات الجهد حتى أمكن علاج عيوب المنظمات الإلكتروميكانيكية وذلك بإستعمال دوائر الكترونية وذلك عند اكتشاف مواد شبه موصلة تستخدم فى صناعة الوحدات الالكترونية وكذلك وحدات الثيرستور والترانزستور والترياك وخلافه حيث أن هذه النبائط لها خصائص تمتاز بكفاءة عالية فى التشغيل وكذلك أحجامها صغيرة وسعرها مناسب وسهلة التركيب والصيانة . كما أن جميع الدوائر الالكترونية بإختلاف أنواعها تعمل فوراً عند توصيلها بالمنبع .

1- 9 خواص مولدات التيار المتزامن :

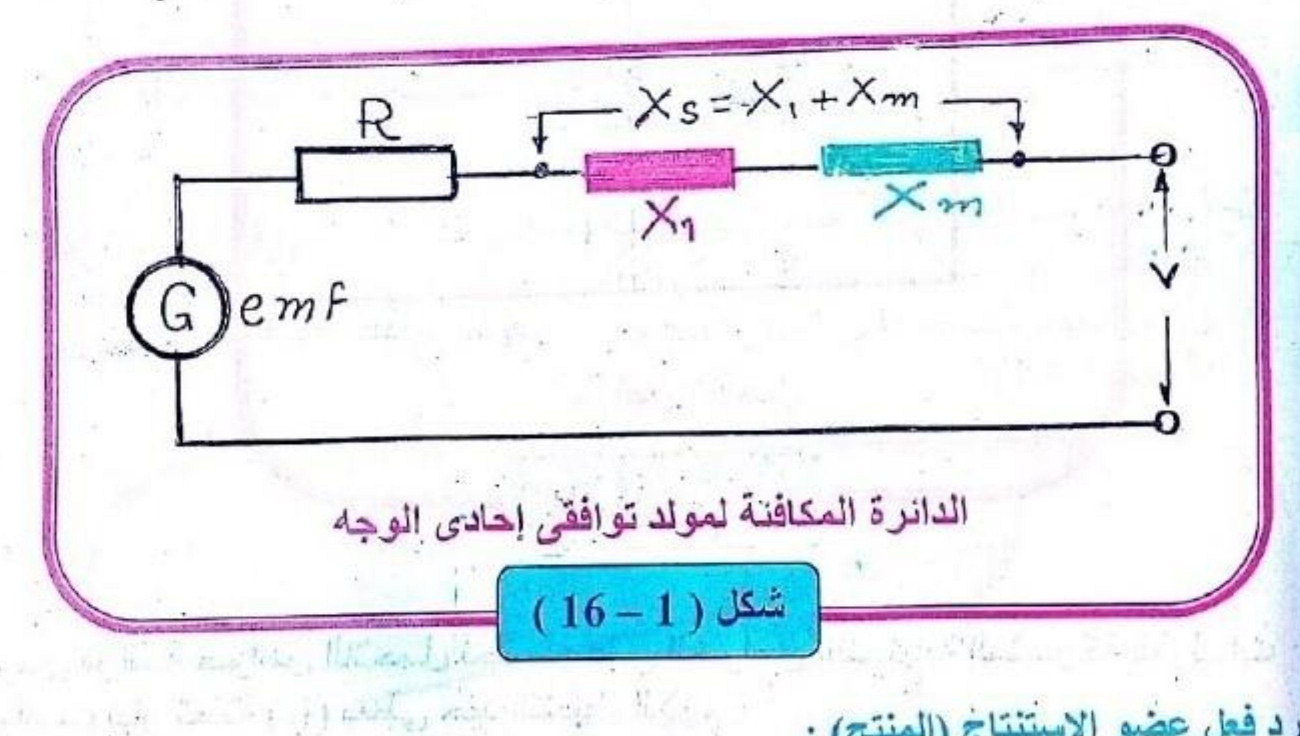
(رد فعل عضو الاستنتاج– حالة اللاحمل – حالة التحميل – حالة القصر)

يوضح شكل (1-16) الدائرة المكافئة للمولد وهى تتكون من ثلاث عناصر رئيسية هى:

1- المقاومة المادية (R) بالأوم لملفات العضو الثابت
2- الممانعة الاستنتاجية (الحثية) لملفات العضو الثابت (X_1) بالأوم
3- تأثير رد فعل عضو الاستنتاج (X_m) أوم والذى يعمل مثل تأثير الممانعة الاستنتاجية

لذلك فإن الممانعتين تجمعان معاً وتنتج محصلة الممانعات وتسمى بالممانعة التوافقية (X_S) أى أن $(X_S = X_1 + X_m)$

كما يتم جمع المقاومات المادية R مع الممانعة التوافقية X_S ($Z= R+jX_S$) ويطلق عليها المعاوقة الكلية للمولد



الدائرة المكافئة لمولد توافقى إحادى الوجه

شكل (1 – 16)

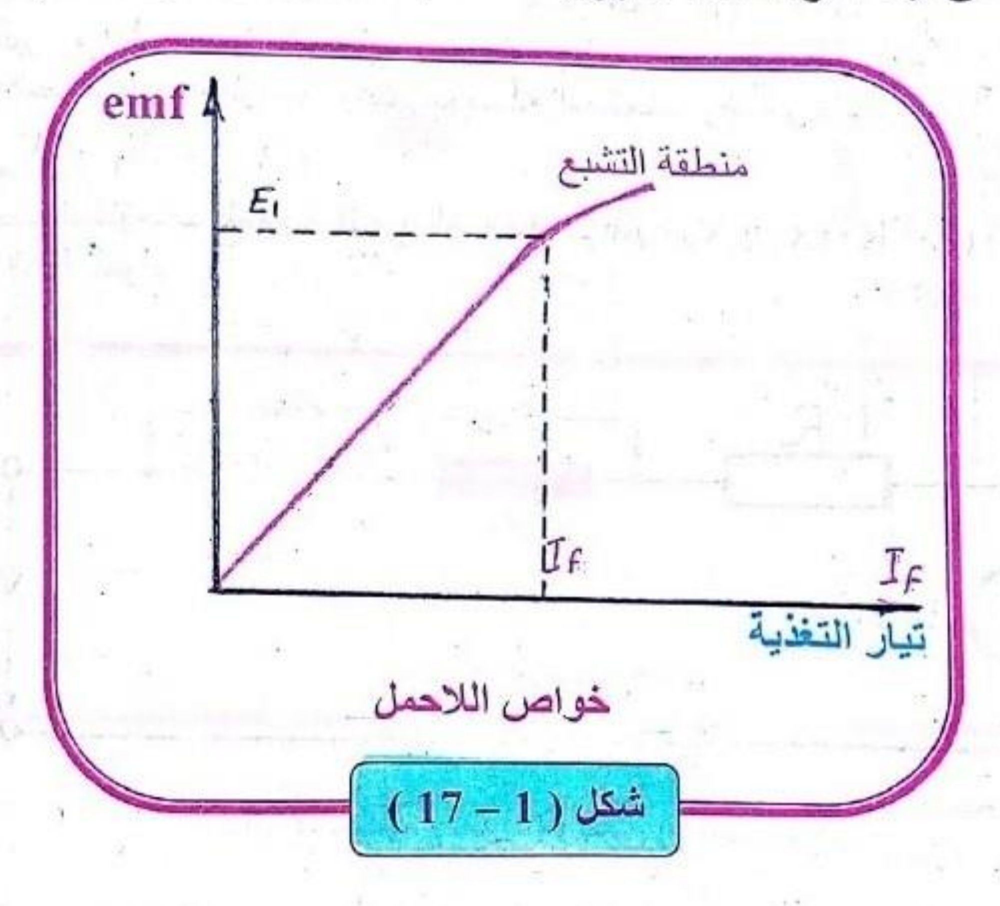
رد فعل عضو الاستنتاج (المنتج) :

هو المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار فى المنتج والذى يتفاعل مع مجال الأقطاب مسبباً تولد مجال مغناطيسى محصل يتكون من مركبتين إحداهما متعامدة والأخرى تساعد أو تضاد مجال الأقطاب بحسب معامل قدرة الحمل .

ولتقليل تأثير رد فعل عضو الاستنتاج فإنه يتم تركيب ملفات الإخماد فى أحذية الأقطاب وتقصر على نفسها أو نزيد من المقاومة المغناطيسية للمولد وأفضل الطرق لزيادة المقاومة المغناطيسية هى زيادة الثغرة الهوائية بين العضوين الثابت والدوار .

أ – حالة اللاحمل : No Load Characteristics

فى هذه الحالة تكون مفاقيد المولد صغيرة وتكون القوة الدافعة الكهربية متناسبة طردياً مع تيار التغذية وتكون العلاقة خطية إلى أن تتشبع الأقطاب حيث لا تؤثر الزيادة فى تيار التغذية على قيمة القوة الدافعة الكهربية المستنتجة كما هو موضح بشكل (1- 17)



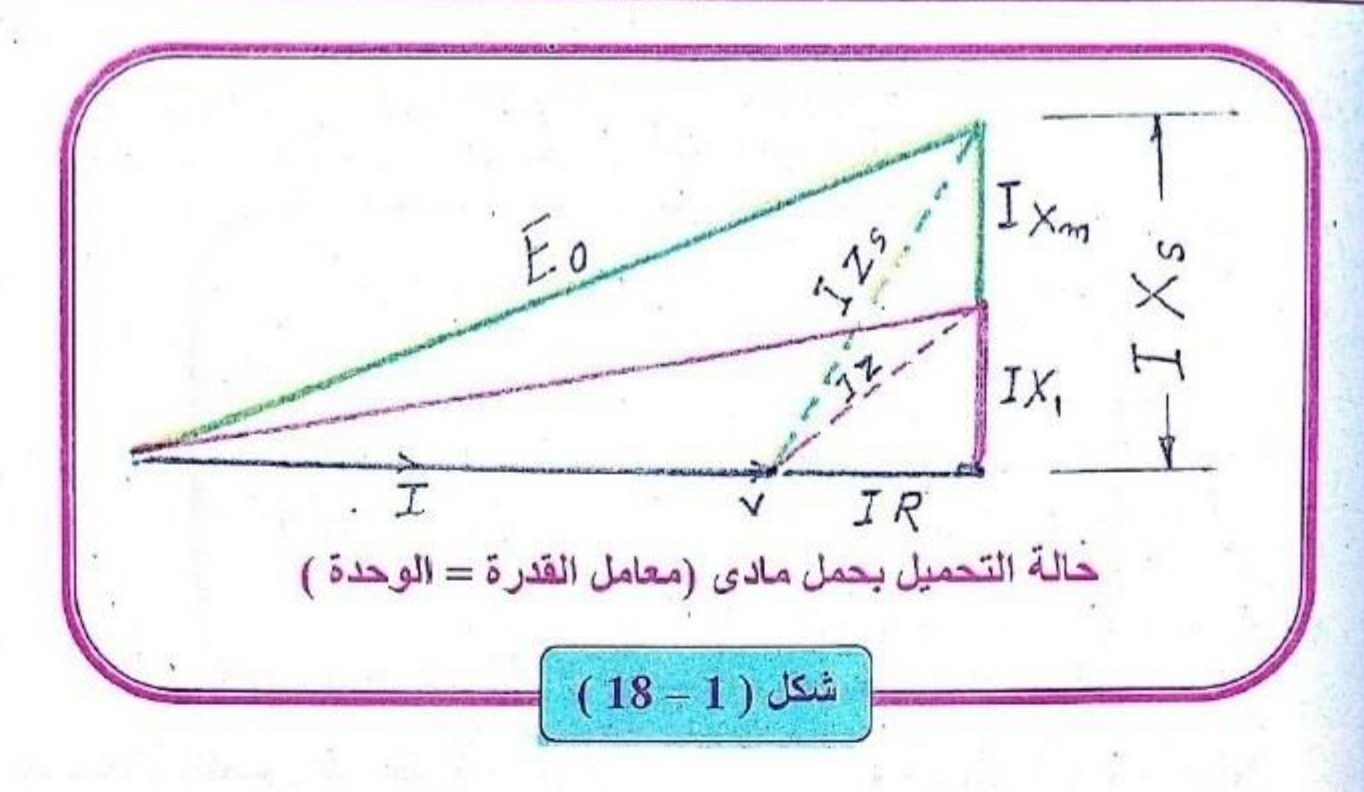
شكل (1 – 17)

ومن دراسة خواص اللاحمل نحصل على الخواص التشغيلية المشتركة للمولدات وأنسب تيار تغذية (I_F) يعطى جهد التشغيل اللازم .

ب – حالة التحميل الكامل للمولد : Full Load Characteristics

أنواع الأحمال هى :

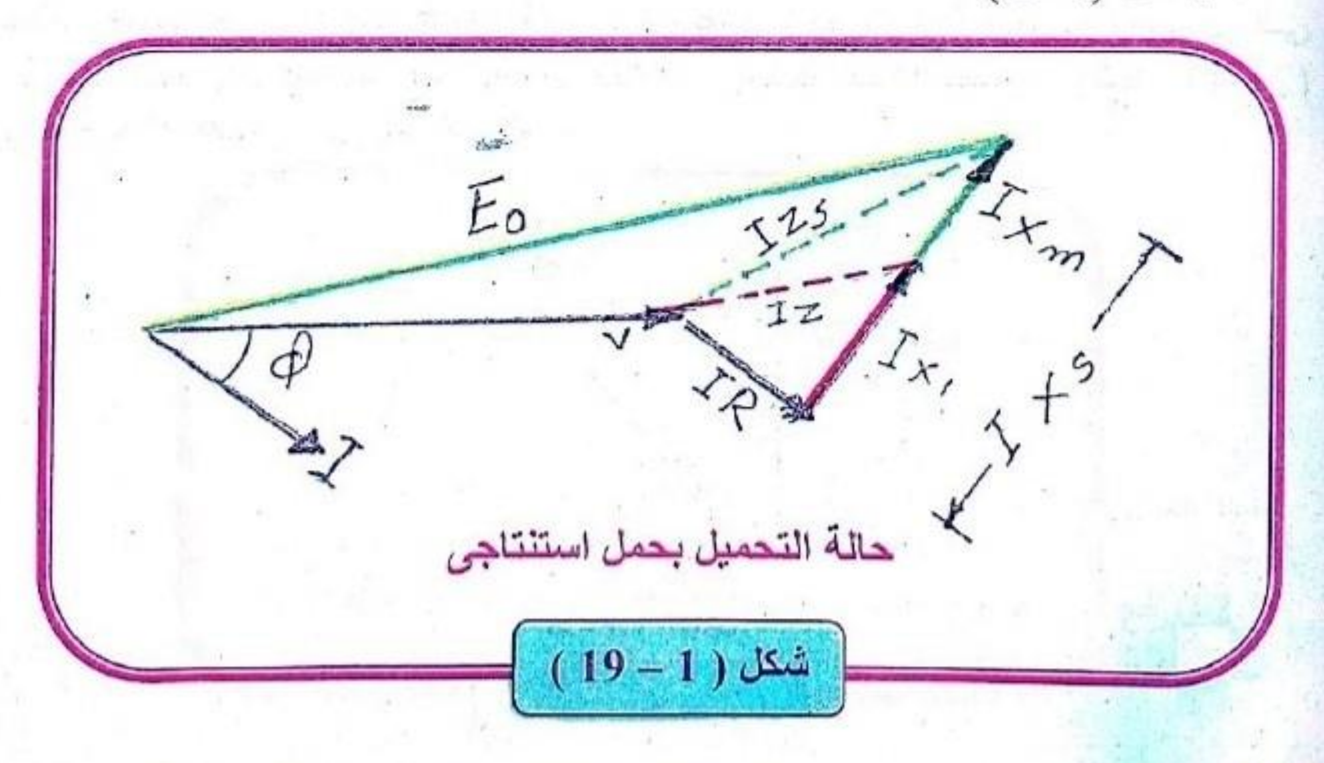
1- عند تحميل المولد بالحمل الكامل بأحمال مادية (معامل القدرة = الوحدة) فإنه يمر تيار (I) أمبير فى عضو الاستنتاج يساوى تيار الحمل ويحدث فقد جهد فى المقاومة مقداره (IR) ويكون فى أتفاق وجهى مع تيار الحمل ، كما يحدث فقد فى الممانعة التوافقية ($I \cdot X_S$) وتكون متعامدة على اتجاه تيار الحمل كما فى شكل (1-18)



حالة التحميل بحمل مادى (معامل القدرة = الوحدة)

شكل (1 – 18)

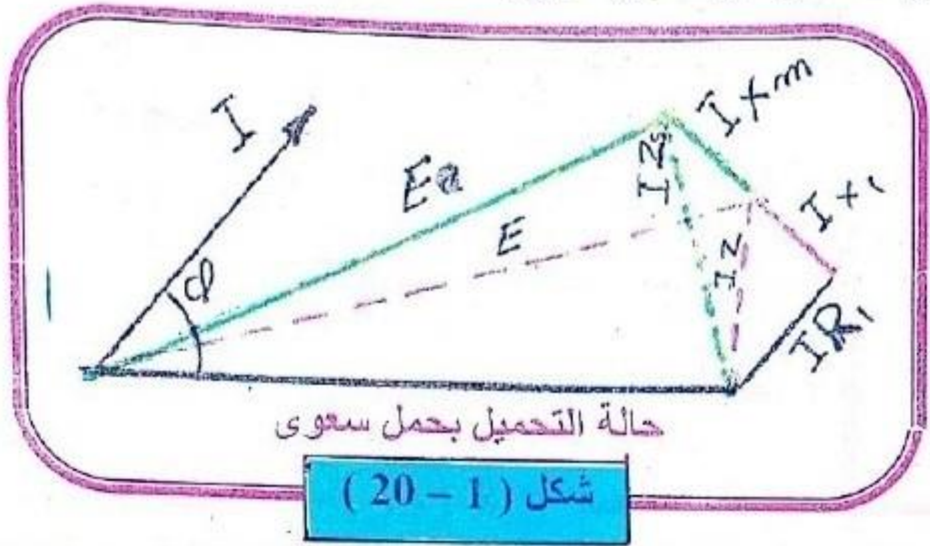
2- فى حالة تحميل المولد بأحمال استنتاجية (معامل قدرة متأخر) فإنه يحدث فقد جهد كبير فى الممانعة التوافقية ويكون التيار متأخراً بزاوية وجه عن الجهد ، والذى تتوقف قيمته على مقدار الفقد فى الإعاقة الكلية للمولد كما هو موضح بشكل (1-19)



حالة التحميل بحمل استنتاجى

شكل (1 – 19)

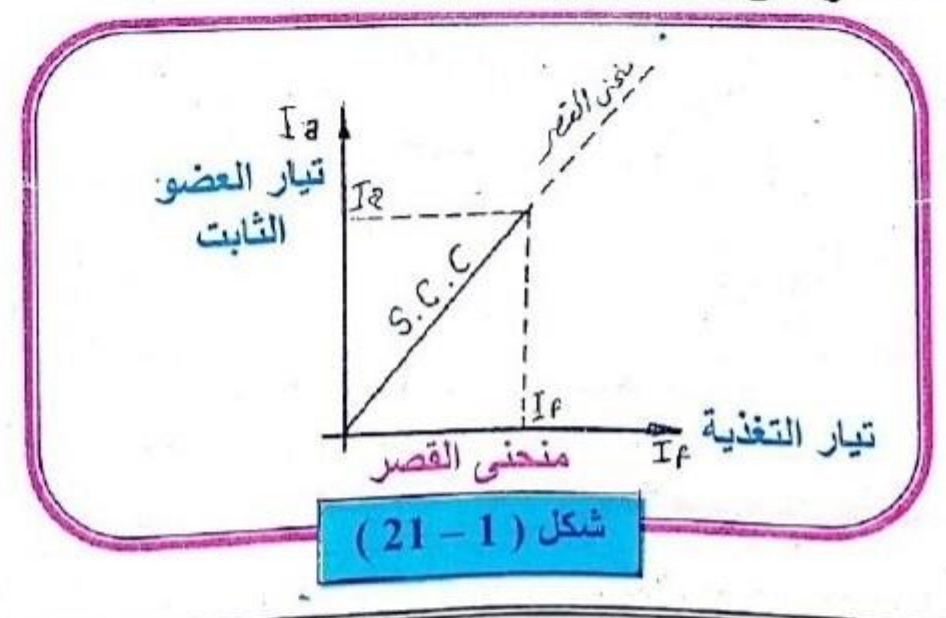
3- فى حالة التحميل بحمل سعوى (معامل قدرة متقدم) شكل (1-20) فإن الجهد يزيد بزيادة تيار الحمل ويمكن التأكد من ذلك بفصل الحمل السعوى فيقل الجهد على أطراف المولد وذلك فى تجارب المعمل بالمدرسة



شكل (1 – 20)

جـ - حالة القصر على أطراف المولد Short Circuit (S.C)

عند حدوث قصر لأطراف المولد فأن قيمة تيار المنتج تزيد زيادة كبيرة (قد تصل إلى 18 مرة ضعف تيار الحمل) وتتوقف قيمة تيار القصر على الممانعة التوافقية للمنتج ويكون لتيار القصر أثر سيئ عندما تكون قيمة الجهد على الأطراف تساوى صفر . وعند إجراء تجربة القصر نعين العلاقة بين تيار المنتج وتيار التنبيه فنحصل على علاقة خطية حيث تجرى التجربة فى حالة عدم تشبع ، ومن التجربة نحصل على المفاقيد النحاسية والمقاومة المادية والإعاقة التى يحدث عندها القصر . وشكل (1-21) يوضح حالة القصر على أطراف المولد .



شكل (1 – 21)

Scanned by CamScanner

1- 10 المفاقيد فى الآلات المتزامنة (مولدات – محركات) وتأثيرها :

المفاقيد فى الآلات التوافقية هى نفس المفاقيد فى الآلات الكهربية وتنقسم إلى :

أ - مفاقيد ثابتة : Constant Losses

وتشمل المفاقيد الناتجة عن :

1- الاحتكاك بكراسى المحاور bearing friction
2- الاحتكاك الناتج عن مقاومة الهواء Windage Loss (P_{mech})
3- احتكاك الفرش على حلقات الانزلاق Brush Loss
4- مفاقيد حديدية بسبب التيارات الاعصارية Eddy Current والتخلف المغناطيسى

ب - مفاقيد متغيرة : Variable Losses

وتشمل المفاقيد الناتجة عن الملفات

1- المفاقيد النحاسية لملفات عضو الاستنتاج Armature Cu. Loss
2- المفاقيد النحاسية لملفات المجال Field Cu. Loss

تأثير المفاقيد على الآلات المتزامنة :

أ- تؤثر المفاقيد على جودة (كفاءة) الآلة (Efficiency) حيث :

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{الدخل} - \text{المفاقيد}}{\text{الدخل}}$$

$$efficiency(\eta) = \frac{P_{in} - P_{loss}}{P_{in}}$$

$$= 1 - \frac{P_{loss}}{P_{in}}$$

ب- تتحول المفاقيد إلى حرارة غير مرغوب فيها حيث أنها تؤثر على :

1- متانة العزل بين الملفات مما يتسبب فى إنهيارها وحدوث قصر فى الآلة
2- رفع قيمة مقاومة الموصلات مما يؤثر على التنظيم فى الآلة
3- تقليل كفاءة الآلة بصفة عامة

1- 11 التهوية فى المولدات :

تتحول المفاقيد المتولدة فى القلوب الحديدية وأسلاك الملفات لآلات التيار المتغير المتزامنة إلى حرارة يمكن حصر تأثيرها فى الآتى:

أ- تقليل متانة المواد العازلة وبالتالى حدوث دوائر قصر تؤدى إلى تلف الآلة نفسها
ب- رفع قيمة المقاومة المادية للموصلات نتيجة لارتفاع درجة الحرارة
جـ - تقليل كفاءة الآلة بصفة عامة

لذا يجب التخلص من هذه الحرارة وجعل الآلة تعمل عند درجة حرارة لا يتسبب عنها المتاعب السابقة . وتتوقف تهوية المولدات على قدرة المولد ومدى الفقد فى الطاقة الكهربية به .

وتنقسم التهوية تبعاً للقدرة إلى :

١- فى حالة القدرات الصغيرة : يعتمد على التهوية الطبيعية نتيجة حركة العضو الدائر وتحريك الهواء به مما يسهل من إشعاع الحرارة فى الجو المحيط به.
٢- فى حالة القدرات المتوسطة : تعتمد التهوية على الدفع الجبرى للهواء داخل المولد بواسطة تركيب مروحة على محور الدوران تدفع الهواء خلال فتحات التهوية برقائق العضو الثابت والدائر.
٣- فى حالة القدرات الكبيرة : يستخدم وسائط تبريد فى دوائرمغلقة مثل الهيدروجين السائل حيث يمتص الحرارة بسرعة ويتخلص منها بسرعة وتسمى هذه الطريقة التهوية بالدوائر المغلقة .ويجب عند استعمال غاز الهيدروجين كمادة تبريد أتخاذ احتياطات عدم حدوث الحريق والانفجار وتصميم هيكل المولد بمواصفات خاصة .

12-1 تشغيل المولدات على التوازى وشروط ذلك :

(أ) مقدمة:

يتم تشغيل المولدات التوافقية على التوازى فى نظم القوى الكهربية للأسباب الآتية:

أ - التأكيد على اعتمادية منظومة القوى الكهربية :

إذا تعرض المولد التوافقى لعطل أو تعرضت الآلة المحركة له وكان لابد من إيقاف أى منهما عن التشغيل أو عند إجراء الصيانة الدورية للمولد التوافقى فيجب أن تظل بقية المولدات التوافقية - المتصلة - معاً على التوازى تعمل للإمداد بالطاقة الكهربية.

ب- للتأكيد على كفاءة المولدات التى تعمل :

أثناء فترات الاحمال الخفيفة (Light Loads) يمكن إيقاف مولد توافقى أو مولدين عن العمل بينما تعمل بقية المولدات التوافقية - قريباً من الحمل الكامل لكل منها - وبالتالى تعمل كل من هذه المولدات بالقرب من أقصى كفاءة لكل منها وتوفير نفقات تشغيل المحطة .

جـ - إجراء الصيانة اللازمة للمولدات :

يمكن إجراء الصيانة الدورية للمولدات التوافقية أو إجراء عملية استبدال قطع الغيار والإصلاحات بدون الحاجة إلى إخراج كل المولدات من الخدمة .

د - الاحتفاظ بحجم معقول للمولد التوافقى :

بدلا من تصميم مولد توافقى ضخم لتغذية الحمل بالطاقة الكهربائية يمكن تصميم عدة مولدات بأحجام مناسبة ويتم توصيلها على التوازى .

هـ - إتاحة الفرصة للتوسعات المستقبلية :

توصيل المولدات التوافقية على التوازى يجعل الفرصة متاحة أمام التوسعات المستقبلية فى كل من الأحمال الكهربية والمولدات التوافقية .

اذن نحتاج إلى توصيل المولدات على التوازى لتحقيق العوامل الآتية :

1 - حرية المناورة فى مواجهة تغير الاحمال
2 - تشغيل المولدات عند أو قرب الحمل الكامل لها
3 - استمرارية التغذية للمستهلكين
4 - زيادة كفاءة المحطة (المولدات) واقتصاديات التشغيل
5 - امكانية عمل الصيانة فى مواعيدها

ب- شروط توصيل مولدين معاً على التوازى (شروط التوافق) :

لتوصيل مولد إلى قضبان التوزيع المتصلة بمولد فى العمل أو مع شبكة عاملة يلزم تحقيق الشروط الآتية :

1 - أن يتساوى تردد المولد مع تردد الشبكة ويمكن التحكم فى تردد المولد بواسطة التحكم فى سرعة الآلة التى تدير المولد ويقاس التردد بجهاز قياس التردد
2 - أن يتساوى جهد المولد مع جهد الشبكة ، ويمكن التحكم فى جهد المولد بواسطة التحكم فى تيار التغذية للمولد ويقاس الجهد للشبكة والمولد بواسطة فولتميترين
3 - يجب أن يتوافق المولد مع الشبكة فى الوجه تماماً ويستخدم جهاز التوافق أو طريقة اللمبات المظلمة أو المضيئة أو محول التوافق ، وحتى يتحقق ذلك يجب تحقيق الشرطين (1، 2) أولا .

4- يجب أن يتشابه نظام التعاقب (نظام تتابع الأوجه Phase Sequence) بين المولد والشبكة ويمكن التأكد من ذلك بواسطة جهاز مبين التتابع . وإذا لم يتوافر هذا الجهاز يتم توصيل محرك استنتاجى صغير ثلاثى الأوجه مع الشبكة ومعرفة إتجاه الدوران ، ثم مع المولد فإذا لم يدور فى نفس الإتجاه الأول وجب تبديل الطرفين الرئيسيين للمولد ، وإذا دار فى نفس الاتجاه كان تعاقب الأوجه سليماً .

ويمكن تلخيص شروط توصيل المولدات على التوازى كما يلى :

1- أن يداران معا على نفس التردد
2- أن يكون جهداهما متساويان بالضبط
3- أن يكون الوضع الوجهى لهما واحد
4- أن يكون لهما نفس الاتجاه الوجهى

ب – عملية التوافق :

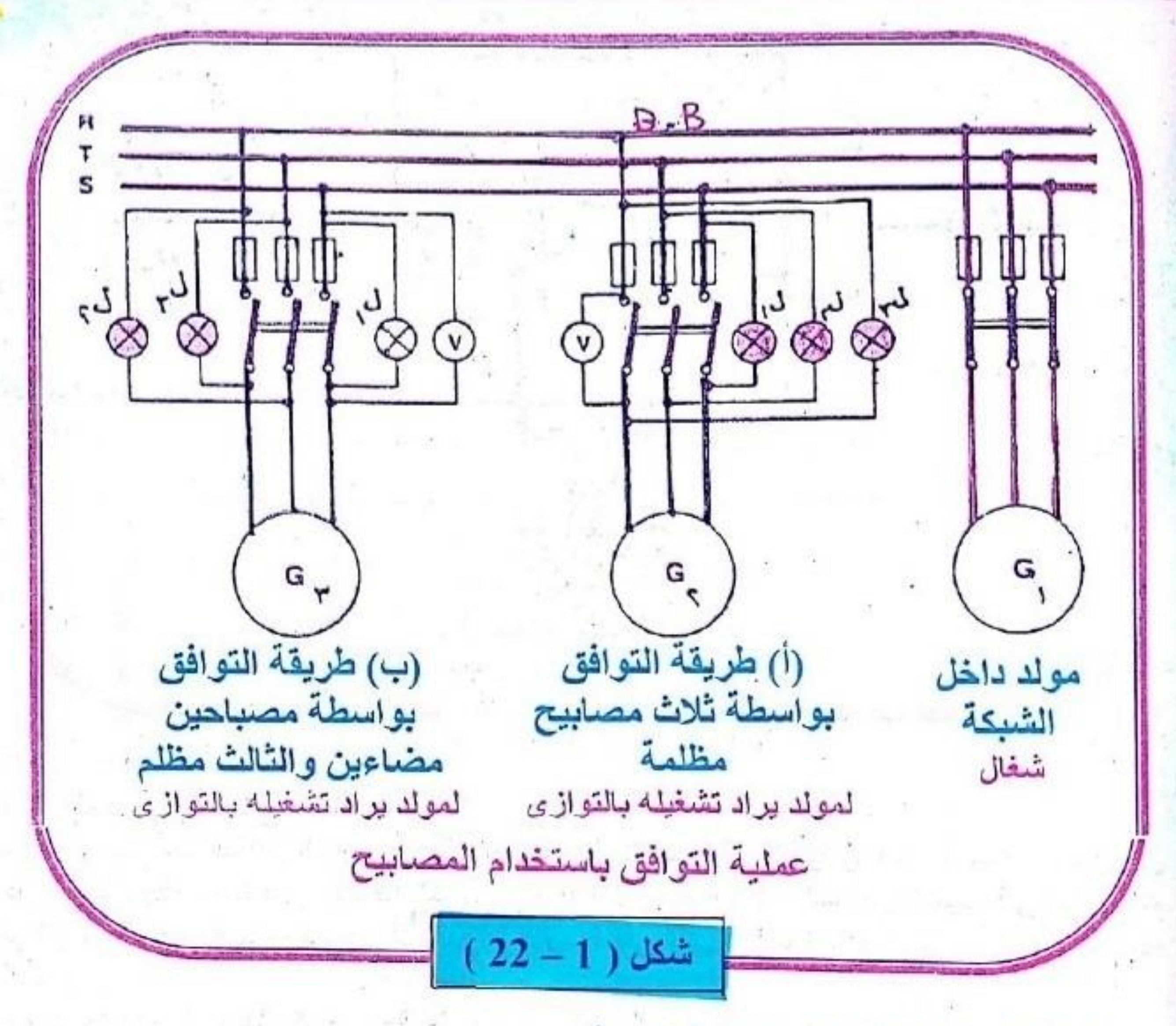
تتم عملية التوافق بإحدى الطرق الآتية :

1- التوافق باستخدام المصابيح (المطفأه أو المضاءة)
2- التوافق باستخدام محول التوافق والمصباح المضئ
3- التوافق باستخدام جهاز السنكروسكوب Synchroscope
4- التوافق الأتوماتيكى (الذاتى) Automatic Synchronization

أولاً : التوافق بإستخدام المصابيح :

أ - التوافق بإستخدام المصابيح المطفأة :

حيث يتم توصيل مصباحان أو ثلاثة مصابيح بالتوالى مع طرفى المولد والشبكة كما فى شكل (1-22- ب) ، فإذا تساوى الجهد والتردد وتوافق بين موجتى الجهد فإن المصابيح تنطفئ وفى هذه اللحظة يتم إدخال المولد بالشبكة ويجب أن يتحمل المصباح ضعف جهد المولد .



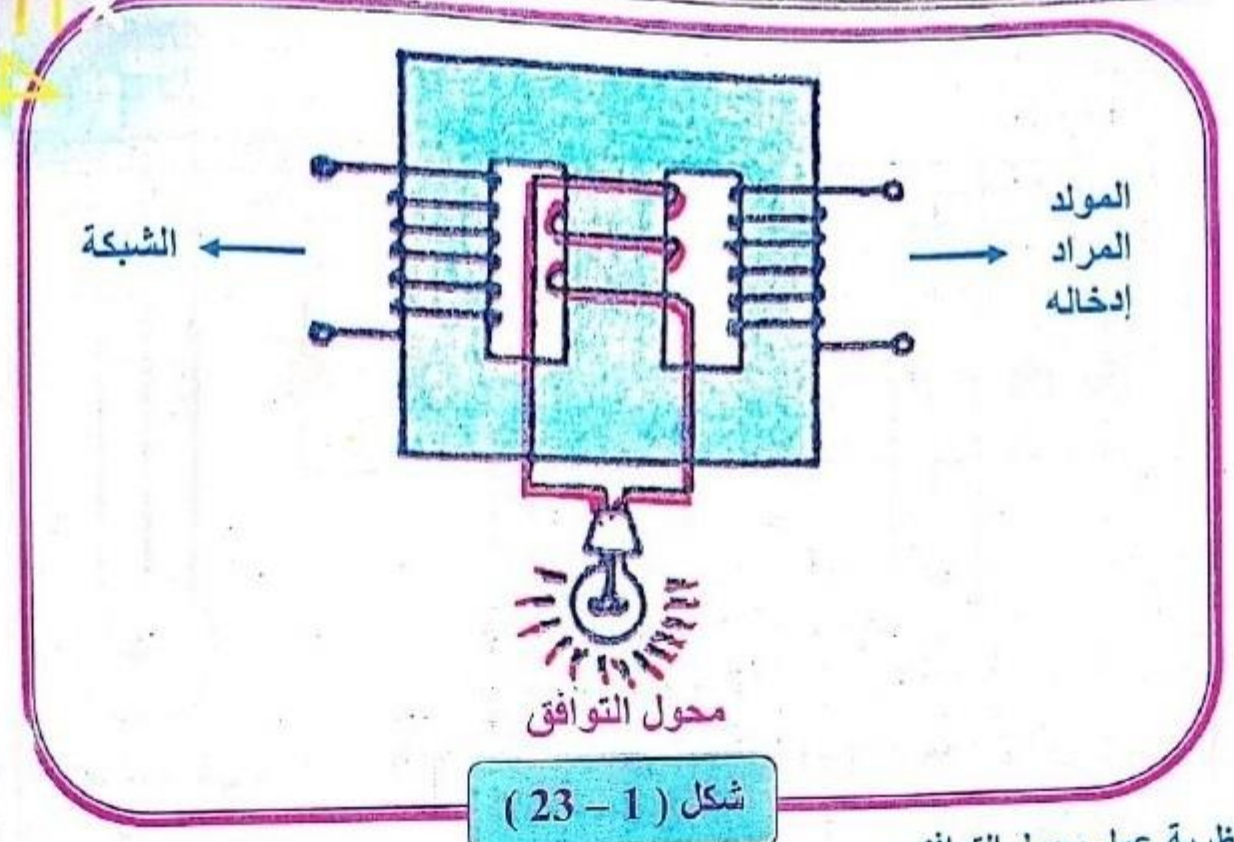
شكل (1 – 22)

ب ـ التوافق باستخدام المصابيح المضاءة :

وفيها يتم توصيل كل مصباح بين وجهين مختلفين إحداهما مع المولد والآخر مع الشبكة وعندما يضاء المصباحين والثالث مظلم يدل ذلك على صحة التوافق عندها يوصل المفتاح لإدخال المولد مع الشبكة بالتوازى كما هو موضح بشكل (1-22- أ) .

ثانياً : التوافق باستخدام محول التوافق والمصباح المضئ :

يتركب محول التوافق من قلب حديدى له ثلاث قوائم (أذرع) مع ملاحظة أن يكون القلب الحديدى للذراع الأوسط مساحة مقطعه ضعف مساحة أى من الذراعين الآخرين. وحيث أن محول التوافق محول خفض فإنه يلف حول كل ذراع من الأذرع الخارجية ملف ذو عدد يناسب الجهد العالى بحيث يوضع ملفين متماثلين على الذراعين الخارجين ويلف على الأوسط ملف عدد لفاته يناسب جهد المصباح شكل (1-23)



شكل (1 – 23)

نظرية عمل محول التوافق :

أ – بإستخدام المصباح المظلم :

حيث يوصل أحد الملفين الخارجيين بالمولد ويوصل الآخر بالشبكة وفى نفس الوجه ، ستولد فى كل منهما مجال مغناطيسى يضاد الآخر فى الذراع الأوسط إذا كان المولد والشبكة فى حالة عدم توافق ، والمحصلة بين المجالين فى الذراع الأوسط هى التى تولد قوة دافعة كهربية تسبب إضاءة المصباح .

أما إذا كان المولد والشبكة فى حالة توافق فإن المجالين الناشئين عن ملفى الذراعين الخارجين يلاشى كل منهما الآخر ولا يتولد قوة دافعة كهربية فى ملف الذراع الأوسط ويظلم المصباح وفى هذه اللحظة يتم إدخال المولد بالشبكة .

ب – باستخدام المصباح المضئ :

فى هذه الحالة يتم توصيل الملفين الخارجين بحيث يكون المجال الناشئ فى كل منهما فى نفس الاتجاه وبذلك يكون أكبر قوة دافعة كهربية مستنتجه فى الملف الأوسط عندما يكون فى حالة توافق حيث يتوهج المصباح فى هذه اللحظة يتم إدخال المولد .

تسلسل عملية التوافق :

1- يضبط تردد المولد بواسطة تنظيم سرعة الآلة المحركة للمولد
2- يتم ضبط جهد المولد بحيث يساوى جهد الشبكة بواسطة تنظيم جهد المولد
3- يتم التزامن فى الأوجه بواسطة التنظيم الدقيق لسرعة دوران المولد

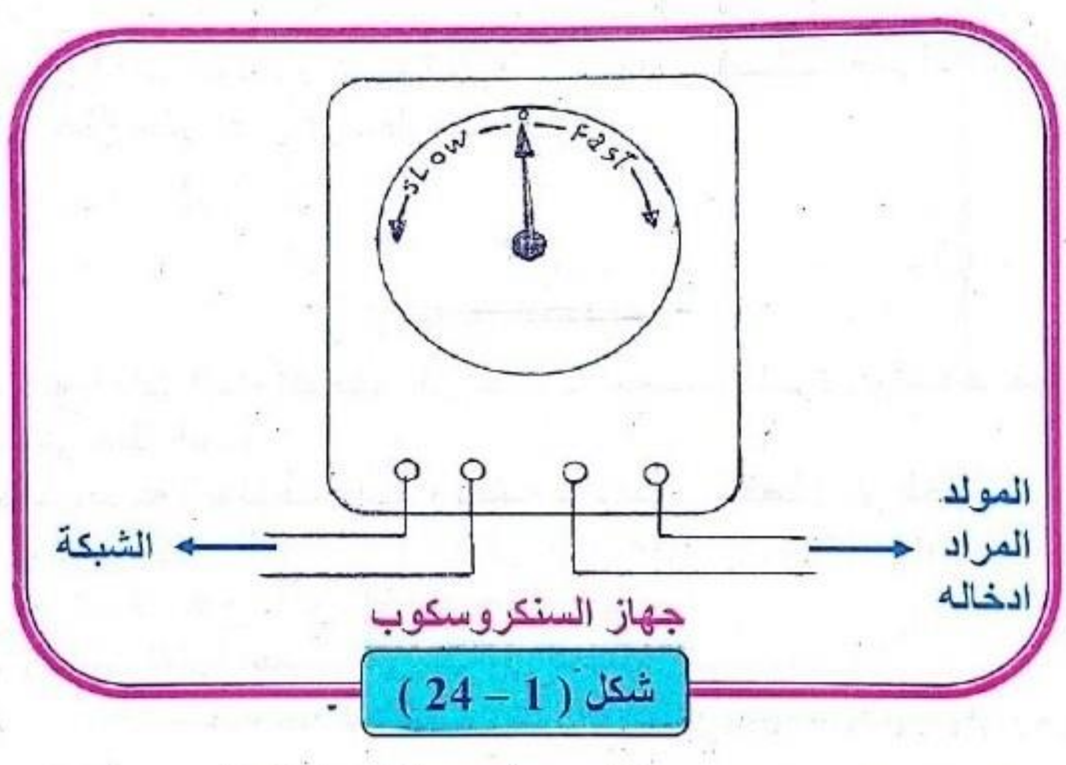
تسلسل عملية فصل مولد موصل على التوازى مع الشبكة (أو مولد آخر)

1- يتم ضبط منظم الآلة المحركة لتنخفض القدرة إلى الصفر
2- يخفض شدة تيار التغذية لأقطاب المولد إلى الصفر
3- يفصل المولد من الشبكة

ويحظر نهائيا فصل المولد عن الشبكة فجأة بدون إجراء الخطوات السابقة

ثالثاً : التوافق بإستخدام جهاز التوافق (السنكروسكوب) Synchroscope

جهاز التوافق هو جهاز يحدد بمنتهى الدقة لحظة إتمام عملية التوافق بالإضافة إلى أنه يوضح إذا كانت سرعة المولد – المطلوب توصيله بالقضبان العمومية – كبيرة أو بطيئة ويبين شكل (1-24) رسما توضيحياً لجهاز السنكروسكوب (الواجهة فقط)



شكل (1 – 24)

إذا تحرك مؤشر السنكروسكوب جهة اليمين أو جهة اليسار فهذا يعنى أن ترددى كل من المولد والشبكة غير متساويين وعندما يسكن المؤشر فى المنتصف عند (0) التدريج الموضح فى شكل (1-24) يعنى أن هذه هى اللحظة المناسبة لاتمام عملية التوافق .
السنكروسكوب – فى أبسط صورة – عبارة عن محرك صغير أحادى الوجه يولد مجالاً مغناطيسياً يدور بسرعة تتناسب مع الفرق بين تردد كل من المولد والقضبان العمومية ويجب أن نلاحظ أن جهاز التوافق لا يؤثر أو يتأثر بإختلاف تتابع الأوجه بين كل من المولد والقضبان . ولهذا يجب التأكد من تحقيق شرط تتابع الأوجه قبل استخدام جهاز السنكروسكوب لاتمام عملية التوافق .

رابعاً : التوافق الأتوماتيكى (الذاتى) Automatic Synchronization

تستخدم هذه الطريقة الحديثة لسرعة توصيل المولد بالشبكة ، ولتوصيل مولد بالشبكة يتم رفع سرعة المولد إلى سرعة التوافق وبدون تيار تغذية للأقطاب ثم يوصل المولد مع الشبكة بالتوازى ثم بسرعة يغذى بتيار التغذية المستمر المقنن وسرعان ما يتوافق المولد مع الشبكة وتمتاز هذه الطريقة بالآتى:

1- بساطة التشغيل ، فهى تقلل من إمكانية قطع التيار وإتلاف التجهيزات .
2- سرعة إدخال المولد على الحمل وهى ميزة ذات أهمية بالغة فى حالة الطوارئ
3- إمكان توصيل المولد بفارق 0.5 إلى 6 فولت بتردد 35 ذ/ث وذلك مستحيل فى الحالات اليدوية .
4- إمكان التوصيل عندما لا يتيسر وجود منظم أتوماتيكى للسرعة
5- إمكان إعادة التوصيل الأتوماتيكى للمحطة التى فصلت لعدم انتظام التشغيل أو فى حالة قصر عابر فى خطوط التغذية .

١ - ١٣ حماية المولدات

(الحماية التفاضلية – الحماية ضد زيادة الحمل – الحماية ضد إنعكاس القدرة) :

تتعرض المولدات أثناء تشغيلها إلى حدوث أخطاء خطيرة . وأشدها خطراً على المولدات هو خطأ القصر .

لذلك يجب حماية المولدات بأجهزة وقاية تكشف عن العطل أو الخطأ الذى يحدث بالمولد وتعطى الأمر للقاطع الأتوماتيكى Auto Circuit Breaker لعزل الجزء العاطل عن الشبكة بفتح الدائرة الكهربية

وتستخدم الطرق الآتية لحماية المولدات من الخطأ :

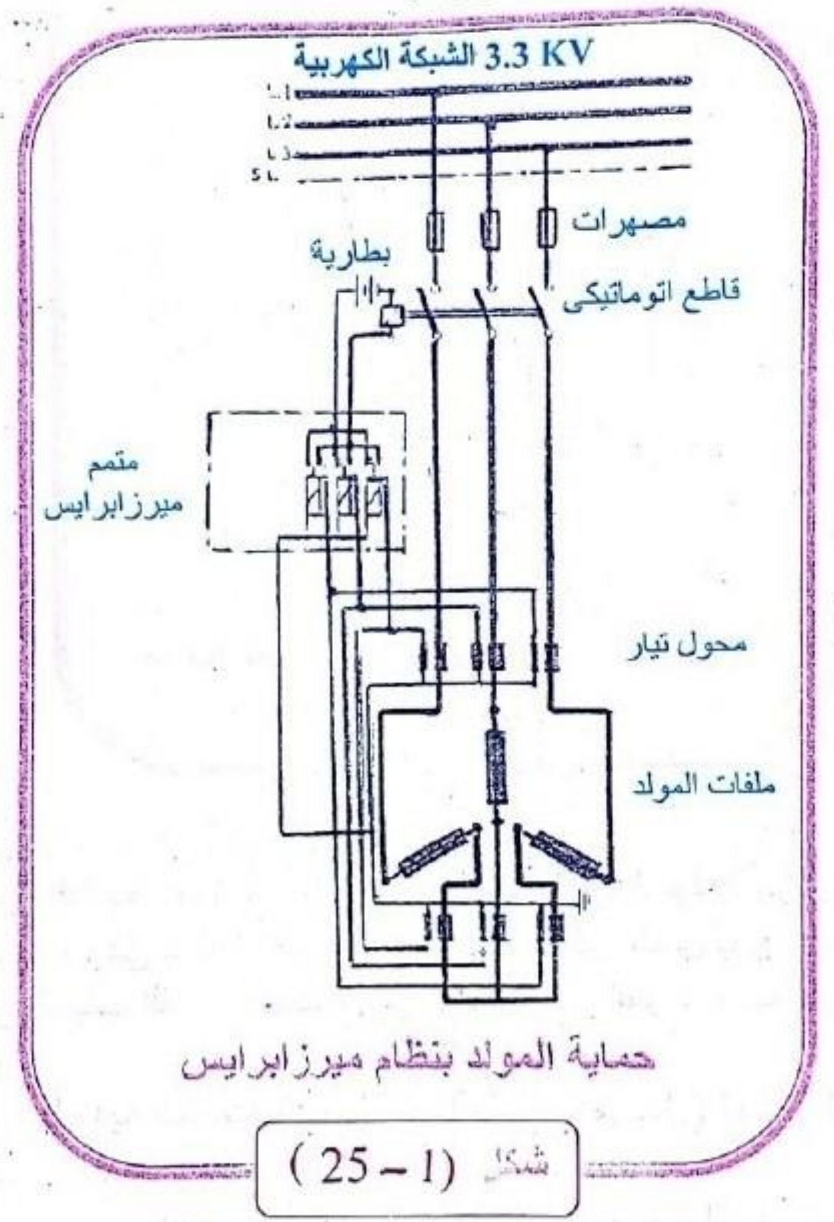
1- حماية المولدات بالحماية التفاضلية (ميرزابرايس) Merz Price System
2- حماية المولدات ضد زيادة الحمل
3- الحماية ضد انعكاس القدرة

1- حماية المولدات بالحماية التفاضلية (ميرزابرايس) Merz Price System

يستخدم هذا النظام مجموعتين من محولات التيار . أحدهما توضع قبل المولد والأخرى فى نهايات أوجه المولد لحصر منطقة حدوث القصر داخل المولد . وتتصل المجموعتين بمتممات جهاز الميرزابرايس كما هو موضح بشكل **(1 – 25)**.

فى الأحوال العادية للمولد فإن التيارات عند نهايتى أوجه المولد تكون متساوية وبالتالى فإن ق.د.ك المستنتجه فى الملفات الثانوية لمحولات التيار تكون متساوية أيضاً فلا يمر

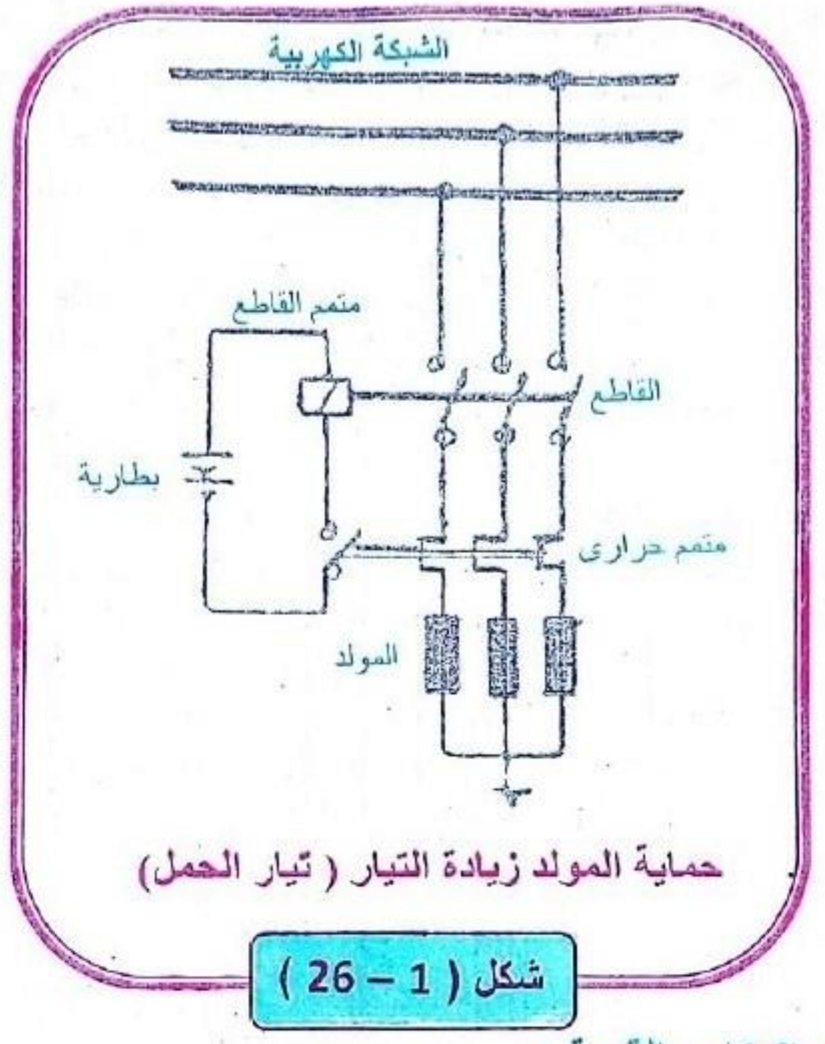
تيار داخل المتممات . أما عند حدوث خطأ إتصال بالأرض أو قصر بين الأوجه وبعضها فإنه يمر فى ملفات المتممات تيار يساوى الفرق بين التيارين على جانبى أوجه المولد وبالتالى يعمل على تشغيل المتممات وهذه بدورها تقوم بتشغيل القاطع الكهربى الذى يقوم بفصل المولد عن الشبكة الكهربية .



شكل (1 – 25)

2- حماية المولدات ضد زيادة الحمل :

تستخدم المتممات الحرارية لحماية المولدات ضد زيادة التيار وشكل(1-26) يوضح دائرة حماية مولد ضد زيادة تيار الحمل .
عند زيادة الحمل على المولد فإن المتمم الحرارى يعمل على غلق دائرة ملف القاطع الأتوماتيكى فتكتمل دائرته ويقوم بفتح دائرة المولد وفصله عن الشبكة الكهربية .



حماية المولد زيادة التيار (تيار الحمل)

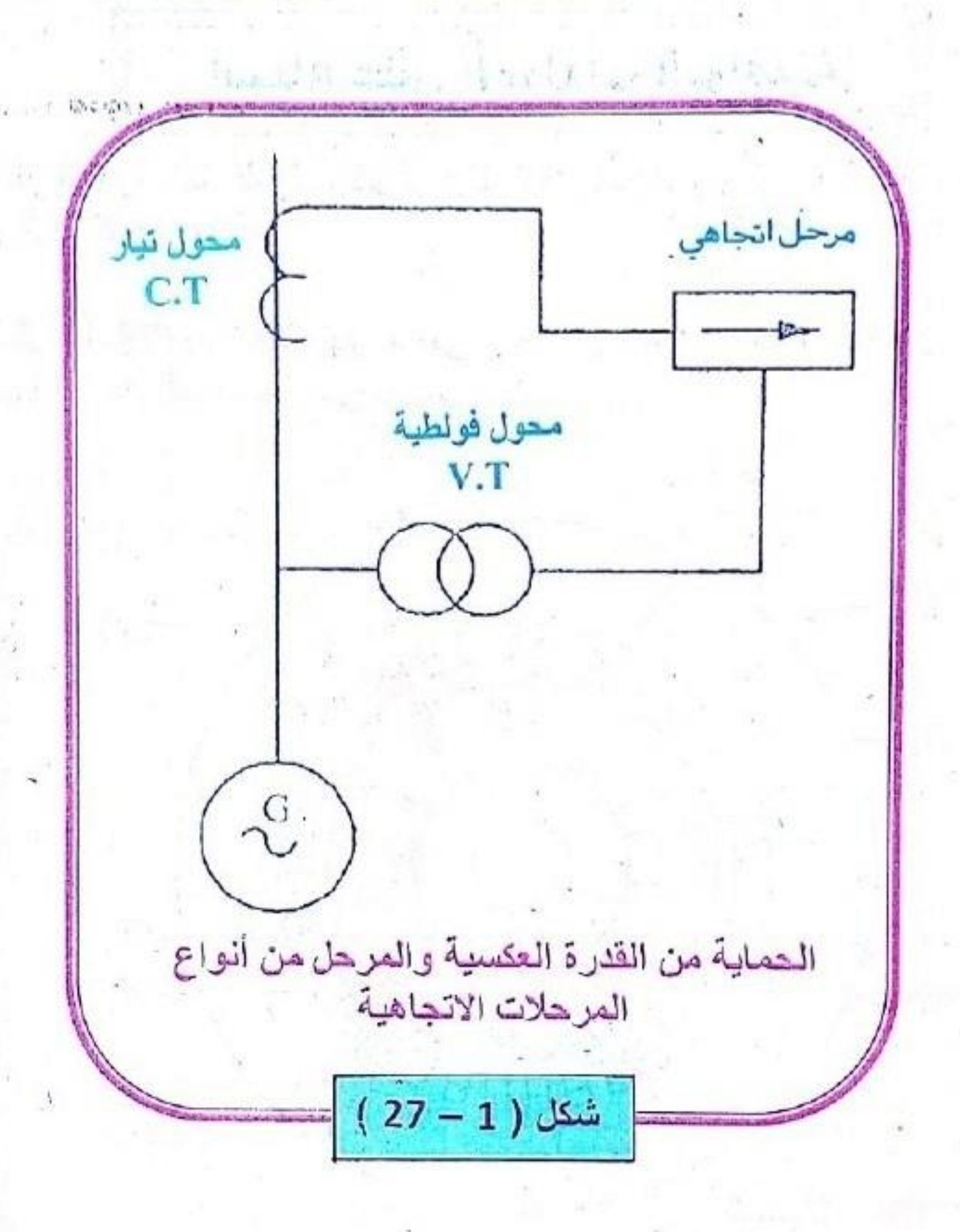
شكل (1 – 26)

3 - الحماية ضد انعكاس القدرة :

فى أثناء التشغيل الطبيعى للنظام الكهربى تنساب القدرة المولده من وحدة التوليد إلى الشبكة الكهربائية ، وفى حالة تباطؤ المحرك الميكانيكى الذى يدير المولد الكهربى أو توقفه ، ينعكس انسياب القدرة ، ليصبح من الشبكة إلى المولد ، فيعمل بوصفه محركا توافقيا .

وتوصل الحماية للتغذية العكسية إليه بإستعمال متمم (مرحل) القدرة العكسية للمولد ، لمنع رجوع التغذية إليه.

ومتمم التغذية العكسية هو مرحل اتجاهى ، مصدر تغذيته التيار الخارج أو الداخل للمولد وفولطية أطراف المولد ، كما هى واضح فى الشكل (1-27) وهو شبيه بحماية زيادة التيار ، إلا أن قدرة بدء تشغيل مرحل (متمم) القدرة العكسية تكون عادة 1% من القدرة الأسمية للمولد ، وزمن التشغيل بحدود (1) ثانية فى وحدات التوليد البخارية الكبيرة ، ولكن فى وحدات توليد الديزل ، يتراوح زمن عمل مثل هذه المتممات (المرحلات) بين (5) ثوان و (30) ثانية

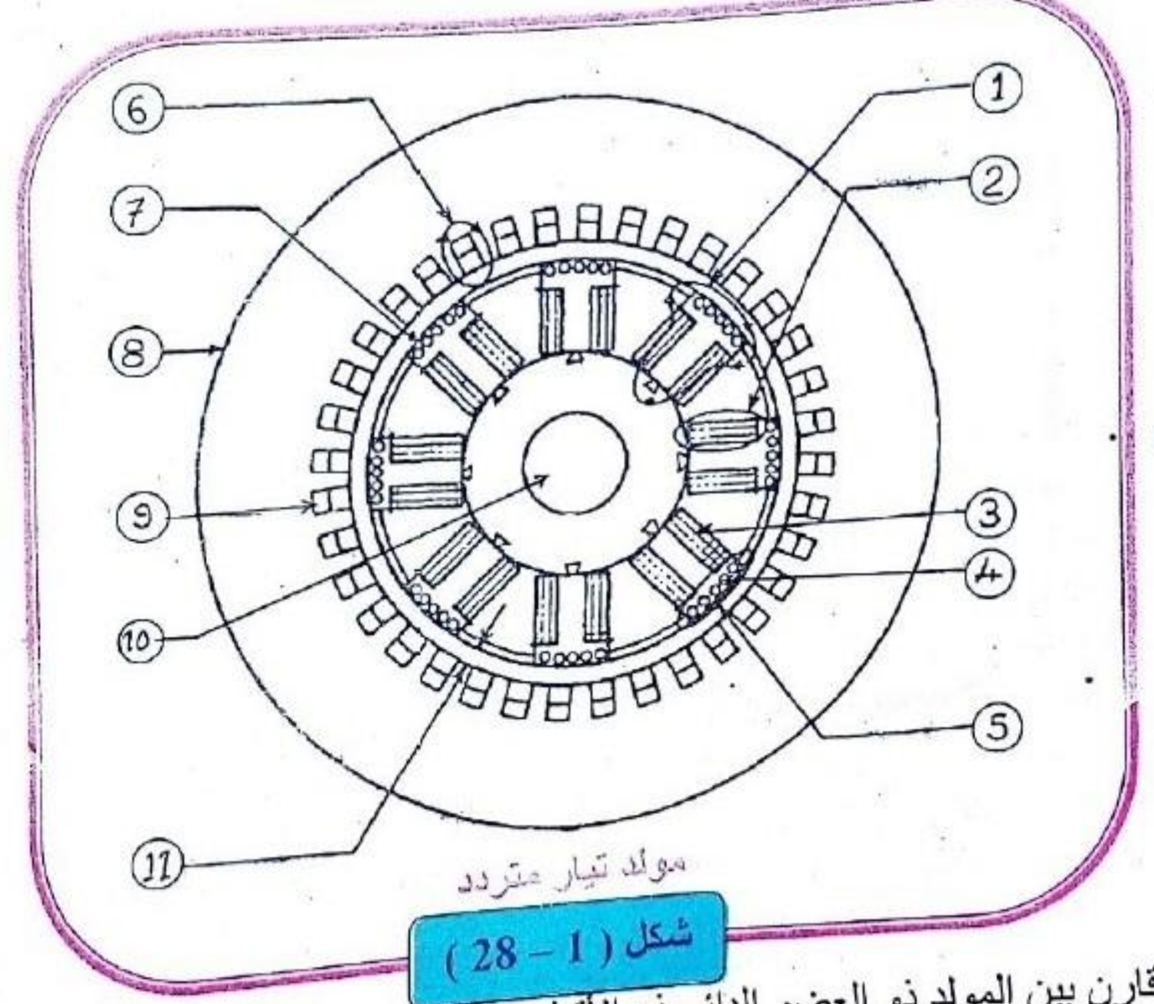

محول تيار
C.T
مرحل اتجاهي
محول فولطية
V.T
G
الحماية من القدرة العكسية والمرحل من أنواع
المرحلات الاتجاهية

شكل (1 – 27)

أسئلة على المولدات التوافقية

1- أذكر نظرية عمل المولد الكهربى . ثم أذكر مع الرسم تركيب المولد التوافقى مع بيان وظيفة كل جزء .

2- شكل (1-28) يحد مولد تيار متغير – حدد نوع هذا المولد ؟ ثم أذكر ما تدل عليه الأسهم رالأرقام الموضحة على الرسم .



مولد تيار متردد

شكل (1 – 28)

3- قارن بين المولد ذو العضو الدائر ذو الأقطاب البارزة والعضو الدائر ذو الأقطاب الغاطسة .

4- تربين بخارى سرعته 1500 لفة/دقيقة وآخر تربين مائى سرعته 100 لفة/دقيقة إختر نوع المولد الذى يعمل مع كل منهما . وإذا علمت أن التردد الناتج 50 Hz احسب عدد أقطاب كل منهما .

5- إختر الإجابة الصحيحة بين القوسين
عند انخفاض جهد المولد التوافقى عن الشبكة يكون السبب هو (.......أو ......أو......)
6- أذكر مميزات المنتج الثابت فى مولدات التيار المتغير ذات الجهد العالى .
7- أذكر أنواع تغذية الأقطاب فى المولدات التوافقية ، ثم إشرح مع الرسم كيفية الحصول على أقطاب مغناطيسية متعاقبة فى المولد .
8- اشرح مع الرسم كيف يمكن تغذية أقطاب مولد توافقى عالى القدرة بإستخدام المولد المغذى ؟ وما عيوب هذه الطريقة ؟
9- اشرح مع الرسم طريقة التغذية المركبة لأقطاب مولد متزامن .
10-اشرح مع الرسم طريقة التغذية بدون فرش فى مولدات التيار المتردد التوافقية
11- اذكر العوامل التى تتوقف عليها القوة الدافعة الكهربية المستنتجة فى المولدات التوافقية .
12- ما هى العوامل التى تؤثر على قيمة جهد المولد ؟
13- أذكر المتاعب التى تنتج من عدم تنظيم الجهد للمولدات التزامنية (التوافقية) .
14- ما هو تأثير معامل القدرة على جهد أطراف المولد ؟
15- لماذا توصل المولدات للعمل معاً على التوازى ؟
16- أذكر شروط توصيل المولدات معا على التوازى (عملية التوافق) وكيف يمكن تحقيقها ؟
17- اشرح مع الرسم عملية التوافق بإستخدام :
أ - المصابيح المظلمة
ب- محول التوافق
جـ - جهاز التوافق
د - التوافق الذاتى (الأوتوماتيكى)
18- أذكر تسلسل عملية التوافق لإدخال مولد بالشبكة
19 -- أذكر تسلسل عملية فصل مولد من الشبكة
20- اشرح مع الرسم كيفية الحماية التفاضلية لمولد ثلاثى الأوجه ذى منتج ثابت موصل نجمة .
21- اشرح مع الرسم كيفية الحماية التفاضلية لمولد تيار متغير وجه واحد
22- وضح طريقة لحماية المولد ضد زيادة الحمل
23- كيف تم حماية المولد المتغير ضد انعكاس القدرة

أسئلة الاختيار من متعدد :

1- معظم المولدات التوافقية تستخدم ....

أ – عضو الاستنتاج الدائر   ب – عضو الأقطاب الثابت
جـ - الأقطاب عضو دائر   د – غير ذلك

2 – العضو الثابت فى المولد التوافقى يشبه تماماً العضو الثابت فى ....

أ – مولد التيار المستمر   ب – المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه
جـ - المحرك الاستنتاجى وجه واحد   د – غير ذلك

3- ملفات المجال فى المولد التوافقى تغذى بتيار ....

أ – D.C   ب – A.C
جـ - D.C ، A.C معاً   د – غير ذلك

4- المولدات التوافقية ذات السرعة البطيئة تدار بواسطة ....

أ – تربينات هيدروليكية   ب – آلات ديزل
جـ - تربينات بخارية   د – غير ذلك

5- عدد الذبذبات المتولدة من مولد توافقى 6 أقطاب لدورة واحدة هى .... ذبذبة

أ – 3   ب – 6
جـ - 50   د – 12

6- السرعة التى يجب أن يدار بها مولد 4 قطب ليولد 50 Hz هى ....

أ – 100 لفة/د   ب – 500 لفة/د
جـ - 1500 لفة/د   د – 3000 لفة/د

7- عند تغذية المولد بتغذية منخفضة فإن المولد يعطى ....

أ – VAR تأخر   ب – VAR تقدم
جـ - KW   د – VA

8- يعبر عن القدرة المقننه للمولد بـ ....

أ – HP   ب – KW
جـ - KVA   د – K VAR

9- إذا تغيرت سرعة المولد من 300 لفة/د إلى 1500 لفة/د فإن ق.د.ك/وجه تصبح ...

أ – النصف	ب – الضعف
جـ - 4 أضعاف	د – الربع

10- يتحدد معامل القدرة للمولد بـ ....

أ – السرعة	ب – الحمل
جـ - التغذية	د – المحرك الأساسى

11- تقوم منظمات الجهد الأتوماتيكى بالعمل فى حالة ....

أ – تغذية المولدات
ب - توصيل الأحمال بالمحول
جـ - حدوث تغير فى قيم الأحمال الموصلة بشبكة التغذية
د- غير ما سبق

12-توصل منظمات الجهد الأتوماتيكى ....

أ- بدوائر شبكات الخطوط الهوائية
ب- بدوائر تغذية ملفات الأقطاب بالمولدات
جـ - بدوائر المحولات الكهربية
د- غير ما سبق ذكره

13- ارتفاع درجة حرارة المولد . السبب هو ....

أ – معامل القدرة متقدم	ب – نقص تيار التغذية
جـ - زيادة الحمل على المولد	د – الملفات موصله نجمة بدلا من توصيلها دلتا أو العكس

14- جهد المولد أعلى من الجهد المقنن مع دورانه بالسرعة المقننه . والسبب هو ....

أ – زيادة تيار التغذية	ب – قصر فى دائرة المغذى
جـ - عطل فى دورة التبريد	د – عيب فى جهاز الفولتميتر

2 - 1 مقدمة :

يسمى المحرك التوافقى أيضا بالمكثف التوافقى Synchronous Condenser وهو محرك توافقى يشبه تماما من حيث التركيب المولد التوافقى بالإضافة إلى ملفات مساعدة للحصول منها على عزم بدء حركة له . ويعمل المكثف التوافقى عند اللاحمل مع التحكم فى تيار الإثارة (تغذية الأقطاب) فى حدود واسعة . وبهذه الطريقة يمكن تغيير القدرة المفاعله KVAR التى يعطيها المحرك التوافقى إلى الشبكة الكهربية أو التى يأخذها منها .

ويمكن القول أن المحرك التزامنى (التوافقى) : هو آلة كهربية تحول الطاقة الكهربية إلى طاقة ميكانيكية وبسرعة ثابتة هى سرعة التوافق ومن ذلك جاءت تسميته بالمحرك التوافقى أو المتزامن أى متزامن فى سرعته مع سرعة المجال المغناطيسى .

2 - 2 تركيب المحرك التوافقى :

تركيب المحرك التوافقى مثل تركيب مولد التيار المتردد التوافقى تماماً (السابق شرحه)

أ- العضو الثابت Stator **ويتكون من :**

1- **الهيكل الخارجى:** يصنع من الحديد الزهر أو الواح الصلب الملحومة مع بعضها وفائدته حمل رقائق العضو الثابت .

2- **رقائق العضو الثابت:** وهى من الصلب السليكونى المعزولة عن بعضها وتجمع ويوجد فى محيطها الداخلى مجارى يوضع بها الموصلات النحاسية المعزولة وهى غالباً تلف ثلاثية الأوجه وتغذى بالتيار المتغير .

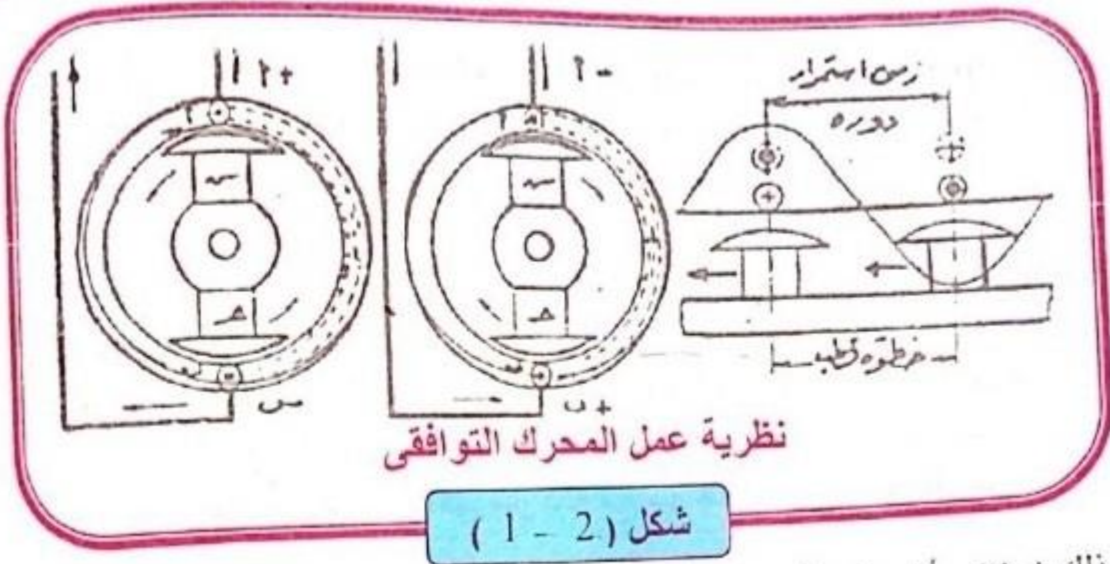
ب - العضو الدائر Rotor **وينقسم إلى نوعين :**

1- **العضو الدائر ذو الأقطاب البارزة :** وهو مكون من حدافة مثبت على محيطها الخارجى الأقطاب وتغذى بالتيار المستمر (سبق شرحها فى المولدات)

2- **العضو الدائر ذو الأقطاب الغاطسة :** مكون من اسطوانة من رقائق الصلب السليكونى المعزولة عن بعضها وبسطحها الخارجى مجارى بها ملفات الأقطاب وتترك مسافات بدون مجارى تمثل الأقطاب وتغذى ملفات الأقطاب بالتيار المستمر ويختلف عدد أقطاب العضو الدائر بإختلاف سرعة المحرك وتردده .

2 - 3 نظرية عمل المحرك التوافقى :

يوضح شكل (2-1) نظرية عمل المحرك التوافقى حيث أن المجال الناشئ عن أى وجه من الأوجه الثلاثة يتبع موجه جيبية ، فإذا وضعنا تحت هذا المجال قطبى مغناطيس ثابت شمالى (ش) وجنوبى (جـ) فإنه ينشأ عزم دوران عندما يكون القطب الشمالى تحت نصف الموجه الموجب فرضاً فى اتجاه عقارب الساعة وينشأ عزم دوران فى الاتجاه المضاد عندما يكون القطب الشمالى تحت نصف الموجه السالب .



نظرية عمل المحرك التوافقى

شكل (2 - 1)

ومن ذلك نستنتج أن عزم الدوران المحصل مساوياً للصفر ولكى يستمر عزم الدوران فى اتجاه واحد يجب أن يظل القطب الشمالى تحت نصف الموجه الموجب بإستمرار وهذا لا يحدث إلا إذا تحرك القطب الشمالى بنفس سرعة المجال المغناطيسى ، ومن ذلك نستنتج أنه لكى تحدث الحركة فى المحرك التوافقى يجب بدء حركته أولاً بسرعة تساوى سرعة المجال الدائر.

2 - 1 بدء حركة المحرك التوافقى (بواسطة مساعد خارجى)

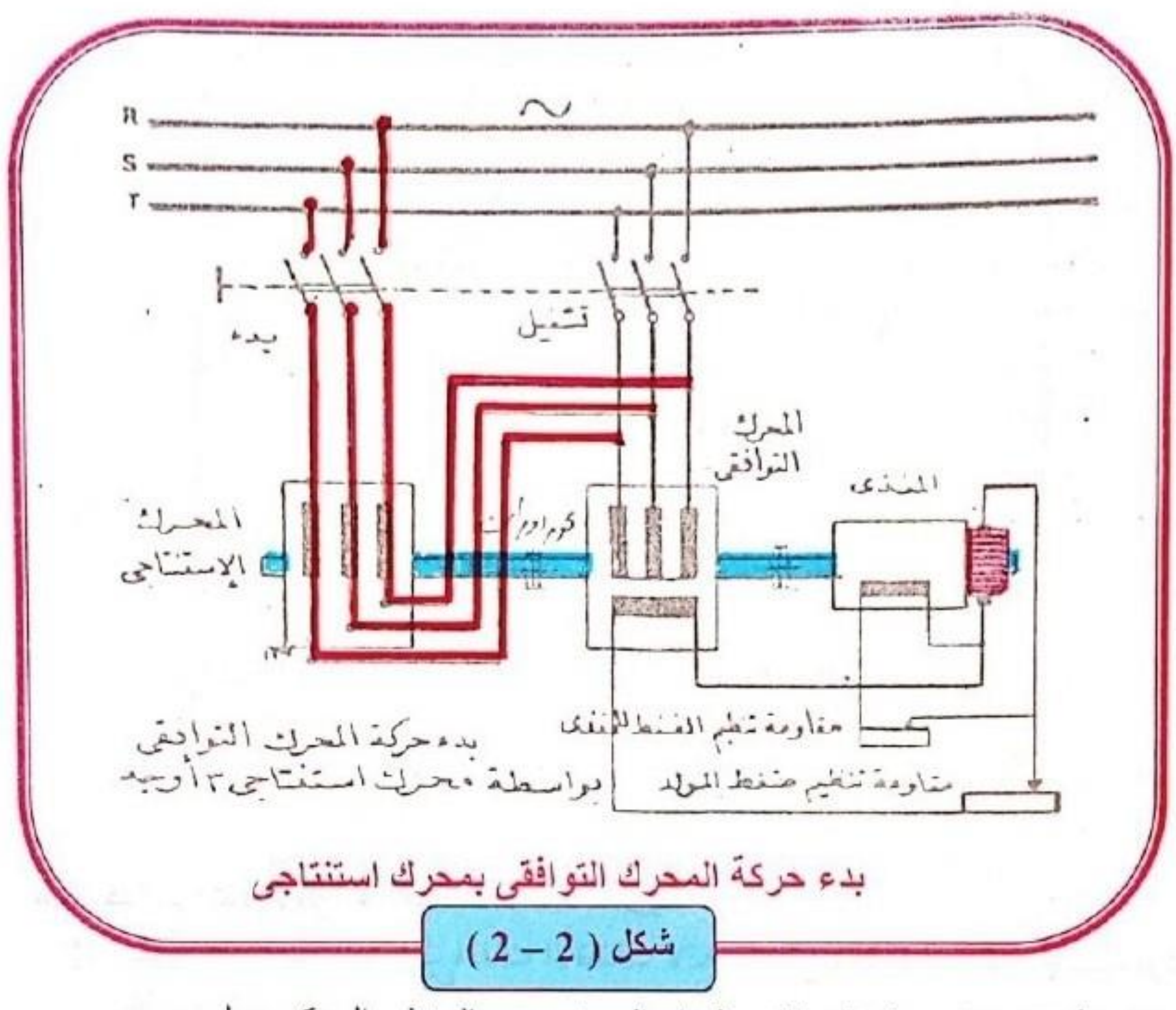
واضح من نظرية عمل المحرك التوافقى أن الأقطاب المغناطيسية (العضو الدائر) يجب أن تدور بسرعة تساوى سرعة دوران المجال الدائر لكى يستمر المحرك فى الدوران ولذلك تستخدم إحدى الطرق الآتية :

1- عن طريق محرك مساعد خارجى

2- بمحرك استنتاجى مثبت داخل المحرك التوفقى

اولاً : طريقة بدء حركة المحرك التوافقى بمحرك مساعد خارجى :

يوضح شكل (2-2) طريقة تركيب محرك مساعد (محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه) على محور المحرك التوافقى بحيث نختار المحرك الاستنتاجى بعدد أقطاب يقل عن أقطاب المحرك التوافقى بمقدار قطبين لكى يصل المحرك التوافقى إلى سرعة التوافق وهو غير محمل ثم تغذى أقطاب المحرك التوافقى بالتيار المستمر ثم تجرى عملية التوافق بين أطراف المحرك التوافقى والشبكة كما يحدث فى المولدات ثم يدخل المحرك التوافقى فى الدائرة فى نفس الوقت الذى يتم فيه فصل المحرك الاستنتاجى. ولكى لا تجرى عملية التوافق للمحرك فقد عدلت هذه الطريقة بتوصيل أطراف المحرك التوافقى بالتوالى مع نهايات ملفات المحرك الاستنتاجى وبذلك يبدأ المحرك التوافقى الحركة مكونا المجال الدائر الذى يقوم بزيادة السرعة



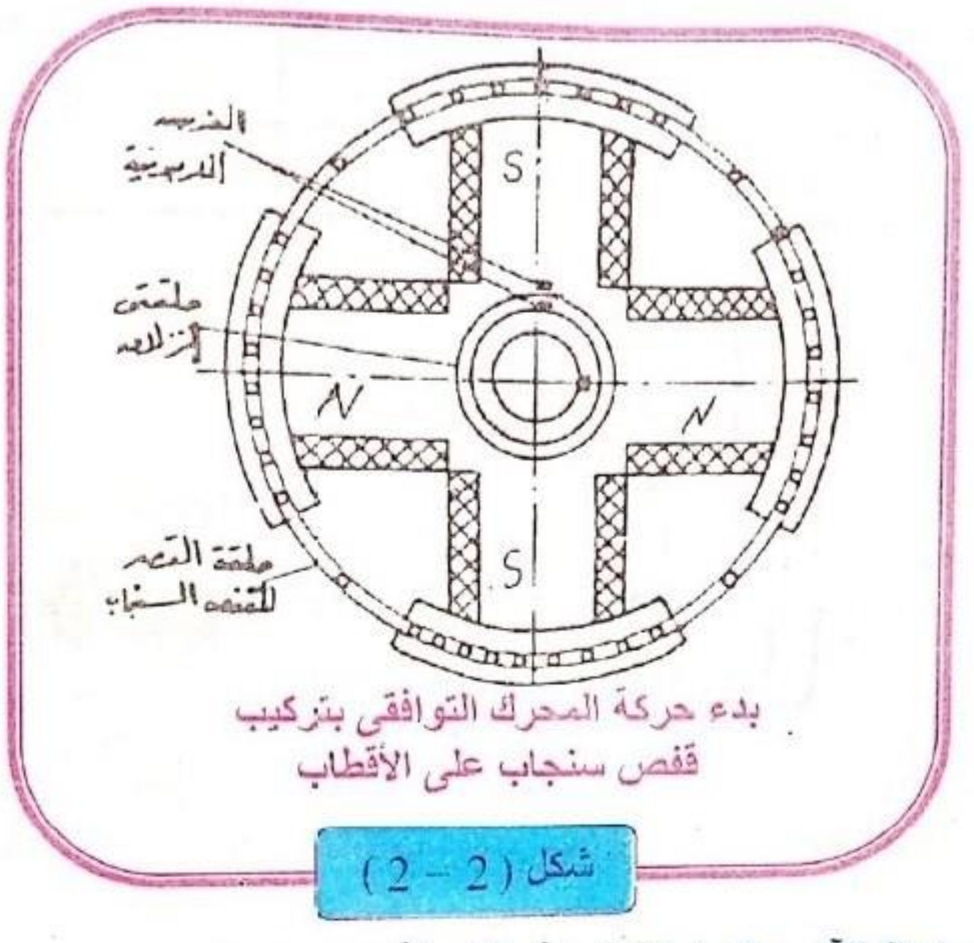
بدء حركة المحرك التوافقى بمحرك استنتاجى

شكل (2 – 2)

وبتغذية أقطاب المحرك التوافقى بالتيار المستمر من المغذى المركب على محور دوران المحرك التوافقى يتولد عزم الدوران وبذلك يمكن غلق مفتاح تشغيل المحرك التوافقى وفصل المحرك الاستنتاجى ليستمر المحرك التوافقى دائرا بالسرعة التوافقية (التزامنية) سرعة المجال الدائر .

ثانياً : بدء حركة المحرك التوافقى بالمحرك الاستنتاجى المكون داخل أقطاب المحرك التوافقى :

يوضح شكل (2-3) هذه الطريقة حيث يتم تركيب أسياخ قفص سنجاب فى أوجه أقطاب المحرك التوافقى وبذلك يوصل المحرك بالمنبع مباشرة ويبدأ الحركة كأنه محرك استنتاجى قفص سنجاب ، وعند وصول المحرك إلى أقصى سرعة له يتم تغذية الأقطاب بالتيار المستمر



بدء حركة المحرك التوافقى بتركيب قفص سنجاب على الأقطاب

شكل (2 - 2)

مهم جداً مراعاة الآتى عند استخدام هذه الطريقة :

1- يجب عدم قصر أطراف ملفات الأقطاب لأنه يستنتج بها تيار كبير يسبب تولد عزم مضاد يسبب فرملة العضو الدائر عندما تصل سرعته إلى سرعة التوافق

2- يجب توصيل مقاومة مادية بحتة بملفات الأقطاب وقيمتها تساوى من 10 - 15 مرة ضعف قيمة مقاومة ملفات الأقطاب (قبل التغذية بالتيار المستمر) وذلك للحد من التيار المستنتج بها نتيجة قطع المجال الدائر لها .

خطوات تشغيل المحرك التوافقى عند استخدام محرك خارجى منفصل لبدء تشغيل المحرك التوافقى :

1- يدار المحرك الاستنتاجى ليدير المحرك التوافقى

2- يغذى أقطاب المحرك التوافقى بالتيار المستمر

3- عند توافق المحرك لحظيا مع المنبع يغذى العضو الثابت بالتيار المتردد من المنبع

4- يفصل المحرك الاستنتاجى الصغير

2-5 خواص المحرك التوافقى

Synchronous Motor Characteristics

نعلم أن عزم الدوران فى المحرك التوافقى ينشأ من المجالين الآتيين :

1- المجال الدائر الناشئ فى ملفات العضو الثابت وهو يتوقف على جهد المنبع وتيار الحمل

2- المجال المغناطيسى الناشئ فى الأقطاب المغناطيسية والذى يتولد عنه قوة دافعة كهربية مضادة فى ملفات العضو الثابت

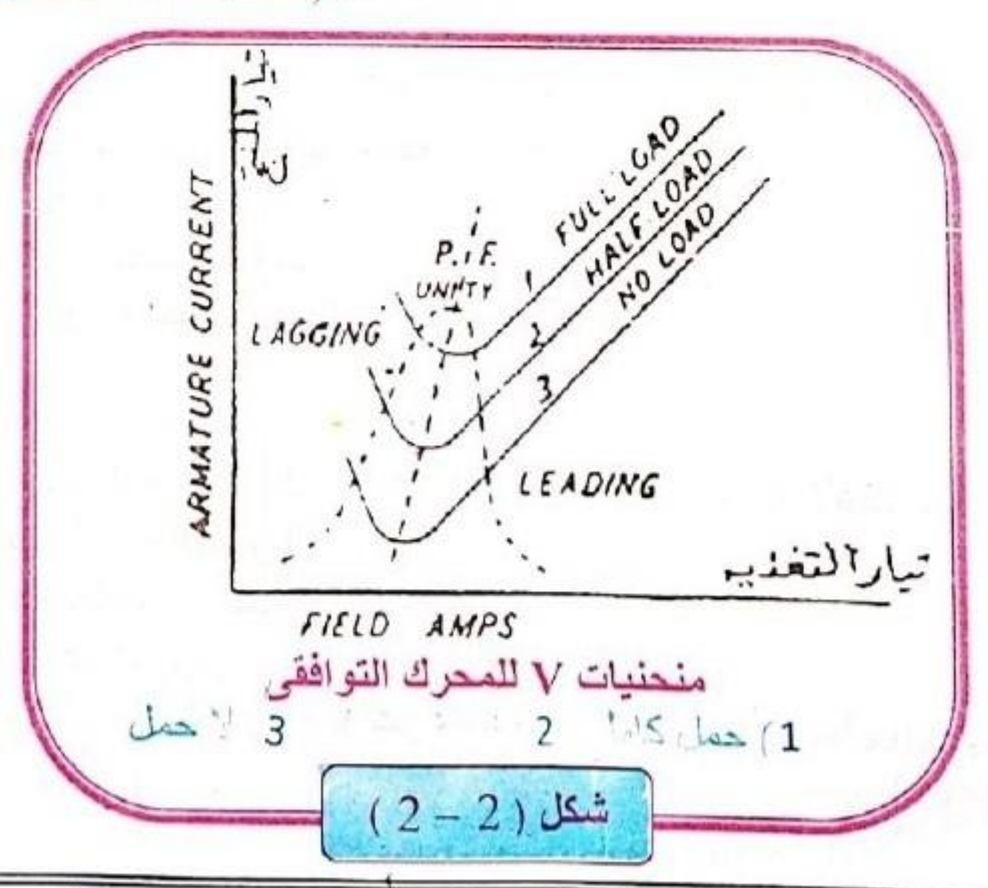
فعند تحميل المحرك نجد أن أقطاب العضو الدائر والتى تدور بنفس سرعة المجال الدائر تحاول التخلص من هذا الارتباط وبذلك تنشأ زاوية تخلف كهربية بين (ق.د.ك) المضادة وجهد المنتج تسمى زاوية الحمل حيث أنها تزيد مع زيادة الحمل إلى مقدار يجعل المحرك يخرج عن سرعة التوافق وينشأ عزم مضاد يعمل على فرملة المحرك التوافقى .

عزم الانقلاب للمحرك التوافقى :

يسمى العزم المضاد الذى عنده يتوقف المحرك عن الحركة تماماً بعزم الانقلاب

تاثير تيار الأقطاب على المحرك التوافقى عند حمل ثابت :

(V Curves -V منحنيات) :



منحنيات V للمحرك التوافقى

1) حمل كا 2 3 لا حمل

شكل (2 – 2)

إذا حمل المحرك التوافقى بحمل ثابت وكانت :

1- تغذية الأقطاب صغيرة نسبياً فإن المحرك يدور عند معامل قدرة متأخر ونلاحظ على المنحنى شكل (2- 4)زيادة تيار الحمل كلما قل تيار تغذية الأقطاب .
2- بزيادة تيار تغذية الأقطاب يتحسن معامل القدرة ويقل تيار الحمل إلى أدنى حد له عندما يكون معامل القدرة يساوى الوحدة كما هو مبين على المنحنى
3- بزيادة تيار تغذية الأقطاب يزيد تيار الحمل مرة أخرى ولكن فى هذه الحالة يكون معامل القدرة متقدم ، وهذه الحالة مهمة جداً فى تشغيل المحرك كمغير وجه . حيث منحنى (1) عند حمل كامل ومنحنى (2) عند نصف الحمل ومنحنى (3) عند عدم التحميل .

استعمالات المحرك التوافقى :

1- يستخدم المحرك التوافقى فى حالة الأحمال التى تتطلب قدرات كهربية كبيرة .
2- يستخدم المحرك التوافقى فى تشغيل الآلات التى تحتاج إلى سرعة ثابتة مثل مراوح التهوية الضخمة فى التكييف المركزى والضواغط (Compressors) والمضخات (Pumps) ومولدات التيار المستمر لثبات سرعتها
3- يستخدم فى المصانع والمواقع التى تكثر بها المحركات الحثية وذلك لتحسين معامل القدرة مما يسبب فى تقليل الفاقد فى القدرة الكهربية

مزايا المحرك التوافقى :

1- يعمل عند معامل قدرة كبير متقدم
2- يعمل بكفاءة عالية
3- عدم تأثره بذبذبات الجهد
4- يدور بسرعة ثابتة تماما (السرعة التوافقية)

عيوب المحرك التوافقى :

1- يحتاج إلى نوعين من التيار الكهربى :تيار مستمر لتغذية الأقطاب وتيار متغير للتشغيل لتغذية العضو الثابت
2- سرعته ثابتة مهما تغيرت الأحمال
3- يتوقف عن الدوران كليا فى حالة الأحمال الكبيرة
4- العيب الرئيسى للمحرك التوافقى احتياجه إلى آلية Mechanism لبدء حركته أو دورانه .

عكس حركة المحرك التوافقى :

يتم عكس حركة المحرك التوافقى بعكس اتجاه دوران محرك البدء كالآتى :

أولاً : فى حالة استخدام محرك استنتاجى خارجى لبدء حركته (بعكس اتجاه المجال الدائر له) وذلك بتبديل طرفين كل مكان الآخر فينعكس إتجاه حركة محرك البدء وبذلك تنعكس حركة المحرك التوافقى .

ثانياً : فى حالة استخدام محرك استنتاجى داخلى لبدء الحركة (بعكس إتجاه المجال الدائر له) وذلك بتبديل طرفين من الثلاثة أوجه المغذية كل مكان الآخر .

2 - 6 المحرك التوافقى كمحسن لمعامل القدرة :

يعمل المحرك التوافقى كمكثف توافقى عند اللاحمل مع التحكم فى تيار الإثارة (تغذية الأقطاب) فى حدود واسعة . وبهذه الطريقة يمكن تغيير القدرة المفاعلة KVAR التى يعطيها المحرك التوافقى إلى الشبكة الكهربية أو التى يأخذها منها . ويؤدى تغيير التيار المفاعل فى نظم الشبكات الكهربية إلى تغيير الفقد فى الفلطية فى خط النقل الكهربائى الذى يوصل به المحرك التوافقى ويستخدم المحرك التوافقى فى نظم القوى الكهربية لغرضين :

1- لتحسين معامل القدرة Cosφ
2- لتنظيم جهد خطوط النقل وشبكات التوزيع

ولتحسين معامل القدرة فإن المكثف التوافقى (المحرك التوافقى) يعمل عند تغذية زائدة لأقطابه ولهذا يستهلك من الخط تيار سعوى ويعوض بذلك التيار المتأخر للمحركات الاستنتاجية والمحولات .

أسئلة على المحرك التوافقى

1- اشرح مع الرسم تركيب المحرك التوافقى
2- اشرح مع الرسم نظرية تشغيل المحرك التوافقى
3- اذكر مع الرسم طرق بدء حركة الحركة للمحرك التوافقى
4- ما تأثير تغذية الأقطاب على خواص المحرك التوافقى
5- وضح مع الرسم العلاقة بين تيار تغذية الأقطاب وتيار الحمل للمحرك التوافقى
6- أذكر تسلسل خطوات تشغيل المحرك التوافقى
7- هل يعمل المحرك التوافقى عند معامل قدرة متقدماً أم متأخراً؟
8- أذكر على ما تتوقف سرعة المحرك التوافقى
9- هل المحرك التوافقى يعتبر من المحركات ثابتة السرعة ؟
10- ما هى خواص المحرك التوافقى ؟
11- أذكر مميزات وعيوب المحرك التوافقى
12- علل لما يأتى :

أ- يدور المحرك التوافقى بسرعة التوافق
ب- يسمى المحرك التوافقى بالمكثف المتزامن
جـ - إذا زاد الحمل على المحرك التوافقى يقف كليا عن الدوران
د- لا يدور المحرك التوافقى ذاتياً إذ لابد من وسيلة خارجية لبدء حركته
هـ - يتم توصيل مقاومة مادية بحتة قيمتها 15 مرة ضعف مقاومة ملفات الأقطاب بملفات الأقطاب قبل التغذية بالتيار المستمر
و- يجب عدم قصر أطراف ملفات الأقطاب

الباب الثالث

المحركات الاستنتاجية ذات الثلاثة أوجه
Three Phase Induction Motors

يحتوى هذا الباب على :

3-1	مقدمة
3-2	تركيب المحرك الاستنتاجى ثلاثي الأوجه بنوعيه
3-3	المجال المغناطيسى الدائر - كيفية إحداث الحركة الميكانيكية
3- 4	الانزلاق - تأثير الانزلاق على كل من تردد وتيار العضو الدائر .
3- 5	طرق بدء حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه
3- 6	طرق التحكم فى سرعة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه
3-7	عكس حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه
3- 8	حماية المحرك الاستنتاجى ثلاثي الأوجه ضد (زيادة التيار - إنخفاض الجهد - أرتفاع الجهد - تتابع الأوجه)
3-9	أسئلة على المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه

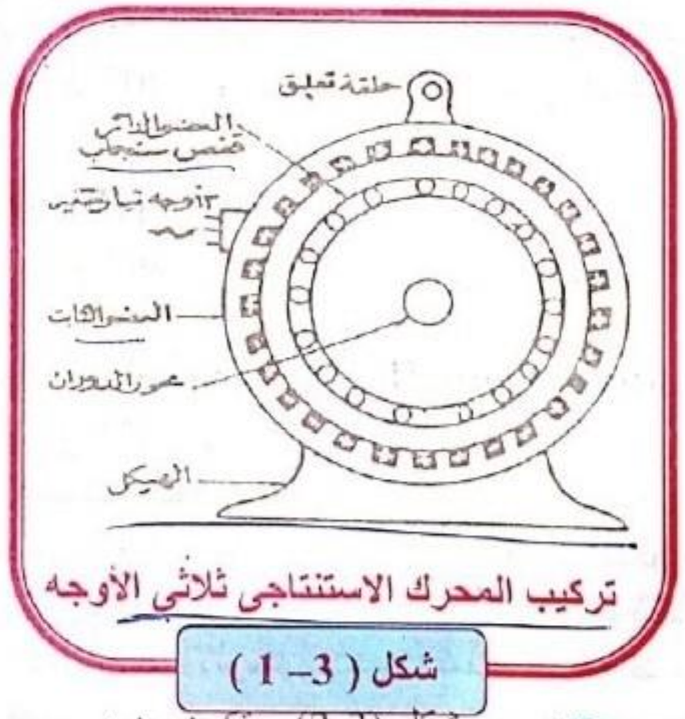
3- 1 مقدمة :

تعتبر الآلات الاستنتاجية أحد أهم الآلات الكهربية والتى تستخدم كمحرك فى عديد من التطبيقات فى الصناعة وفى الأجهزة الكهربية التى تستخدم فى المنازل والمصانع ، والمحركات الاستنتاجية تتكون من عضو ساكن (Stator) وعضو دوار (Rotor) وتتواجد ثغرة هوائية (air gap) بين العضو الساكن والعضو الدوار . وفى المحركات الاستنتاجية يتم تغذية ملفات العضو الساكن من مصدر كهربى ولا يتم تغذية ملفات العضو الدوار ، ولكن تتولد تيارات فى ملفات العضو الدوار تنتج بالاستنتاج بواسطة المجال المغناطيسى الناتج من ملفات العضو الساكن عند مرور التيارات بها . وذلك هو السبب فى تسمية تلك الآلات بالآلات الاستنتاجية .

ويختلف المحرك الاستنتاجى عن المحركات الكهربية الأخرى فى أنه لا يوجد إتصال كهربى بين ملفات العضو الدوار (الملفات الثانوية) وأى مصدر مباشر للطاقة الكهربية

2-3 تركيب المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه بنوعيه :

تتركب المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه شكل (3-1) من الأجزاء الآتية :



تركيب المحرك الاستنتاجى ثلاثي الأوجه

شكل (3– 1)

ا ـ العضو الثابت (Stator):

شكل (3-2) ويتكون من :

أ ـ الرقائق الحديدية : تصنع من الصلب السليكونى على هيئة دوائر مفرغة من الداخل وتصنع بمحيطها الداخلى مجارى لوضع ملفات العضو الثابت وتعزل هذه الرقائق عن بعضها لتقليل التيارات الإعصارية التى تنتج نتيجة لوضعها فى مجال مغناطيسى متغير ثم تجمع هذه الرقائق وتربط بواسطة مسامير معزولة وتثبت على الهيكل الخارجى بتعشيق غنفارى لحمايتها من التأثيرات الميكانيكية .



شكل (3 - 2)

ويصنع الهيكل الخارجى من الحديد الزهر أو من الألومنيوم المسبوك حيث أنه لا يمر خلاله أى مجال مغناطيسى . هو فقط لحمل وحماية رقائق العضو الثابت.

ب- الملفات : تصنع من النحاس الأحمر وتشكل على هيئة ملفات توضع فى المجارى بعد عزلها بحيث تكون ثلاث مجاميع ، لكل وجه مجموعة ، ويكون بين بداية الوجه والذى يليه زاوية مقدارها 120^{o} وفائدة هذه الملفات توليد المجال المغناطيسى الدائرى (المجال الدوار) .

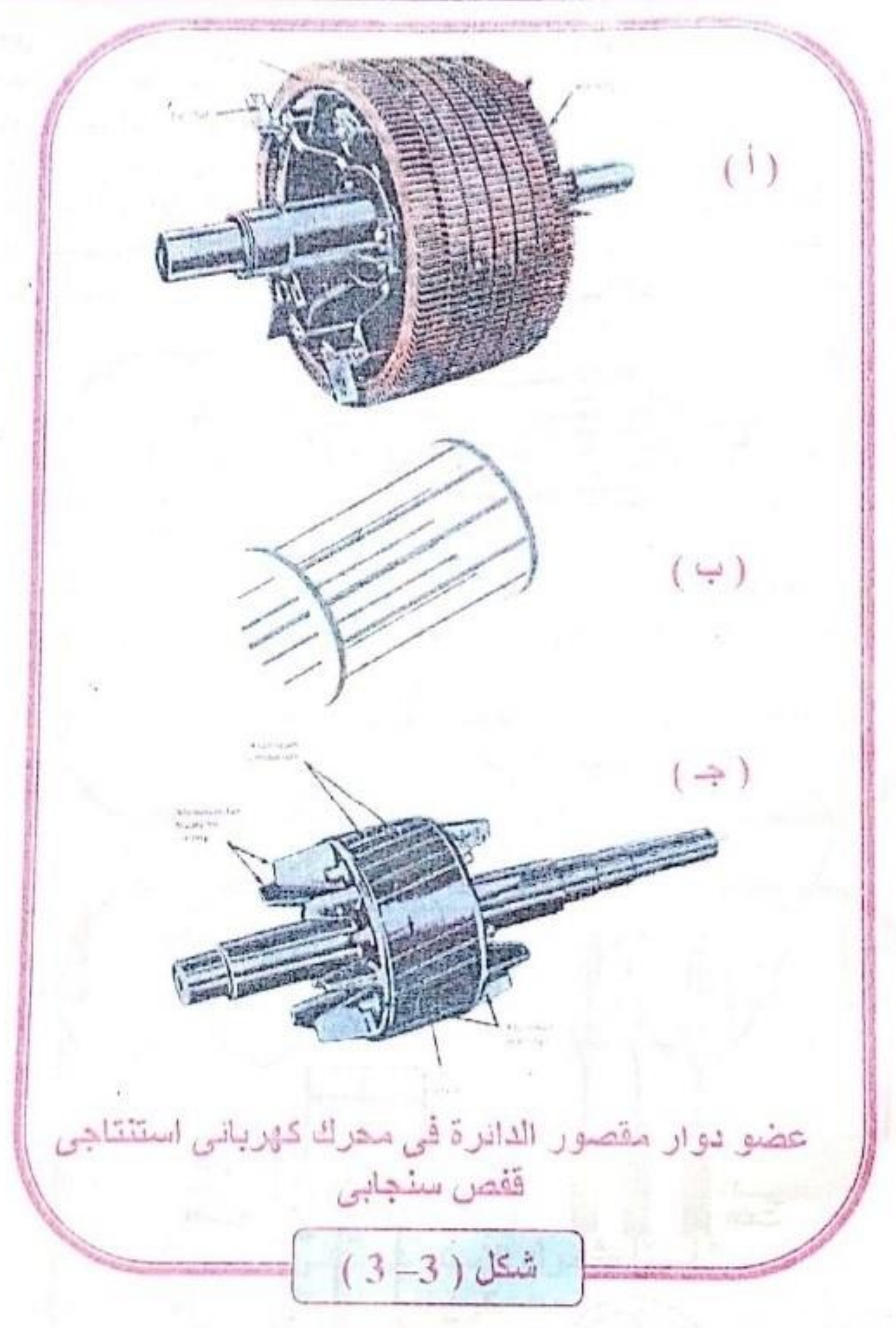
٢- العضو الدائر (Rotor) وهو نوعان :

أ- العضو الدائر ذو القفص السنجابى

ب- العضو الدائر ذو حلقات الانزلاق

أ – العضو الدائر ذو قفص السنجاب : Squirrel Cage Rotor

يتركب من عمود دوران مثبت عليه رقائق قلب العضو الدائر المصنوع من رقائق سمكها 0.5 مم من الصلب السليكونى وهذه الرقائق معزولة عن بعضها بالورنيش لتقليل التيارات الاعصارية وعلى المحيط الخارجى للعضو الدائر توجد مجارى يركب بداخلها قضبان غيرمعزولة من النحاس الأحمر أو الألومنيوم تقصر من كلا الطرفين بواسطة حلقتين من النحاس أو الالومنيوم حيث تمثل هذه القضبان المقصورة الملف الثانوى وتأخذ شكل قفص السنجاب ويمكن فى القدرات المتوسطة عمل مجارى أسفل المجارى السابقة ليصبح العضوالدائر ذى قفصين سنجابيين لتحسين خصائص المحرك. ويمكن فى بعض المصانع أن يصب سبيكة الالمونيوم المنصهر فى مجارى العضو الدائر وكذلك تصب الحلقتين الجانبيتين بحيث تأخذ شكل زعانف مروحية للتهوية . ويمتاز هذا النوع بثبات السرعة تقريباً وندرة أعطاله مما يقلل من تكاليف صيانته كما هو موضح بشكل (3- 3 : أ ، ب ، جـ)



عضو دوار مقصور الدائرة فى محرك كهربائى استنتاجى قفص سنجابى

شكل (3-3)

شكل (3-3 :أ،ب،جـ) حيث :

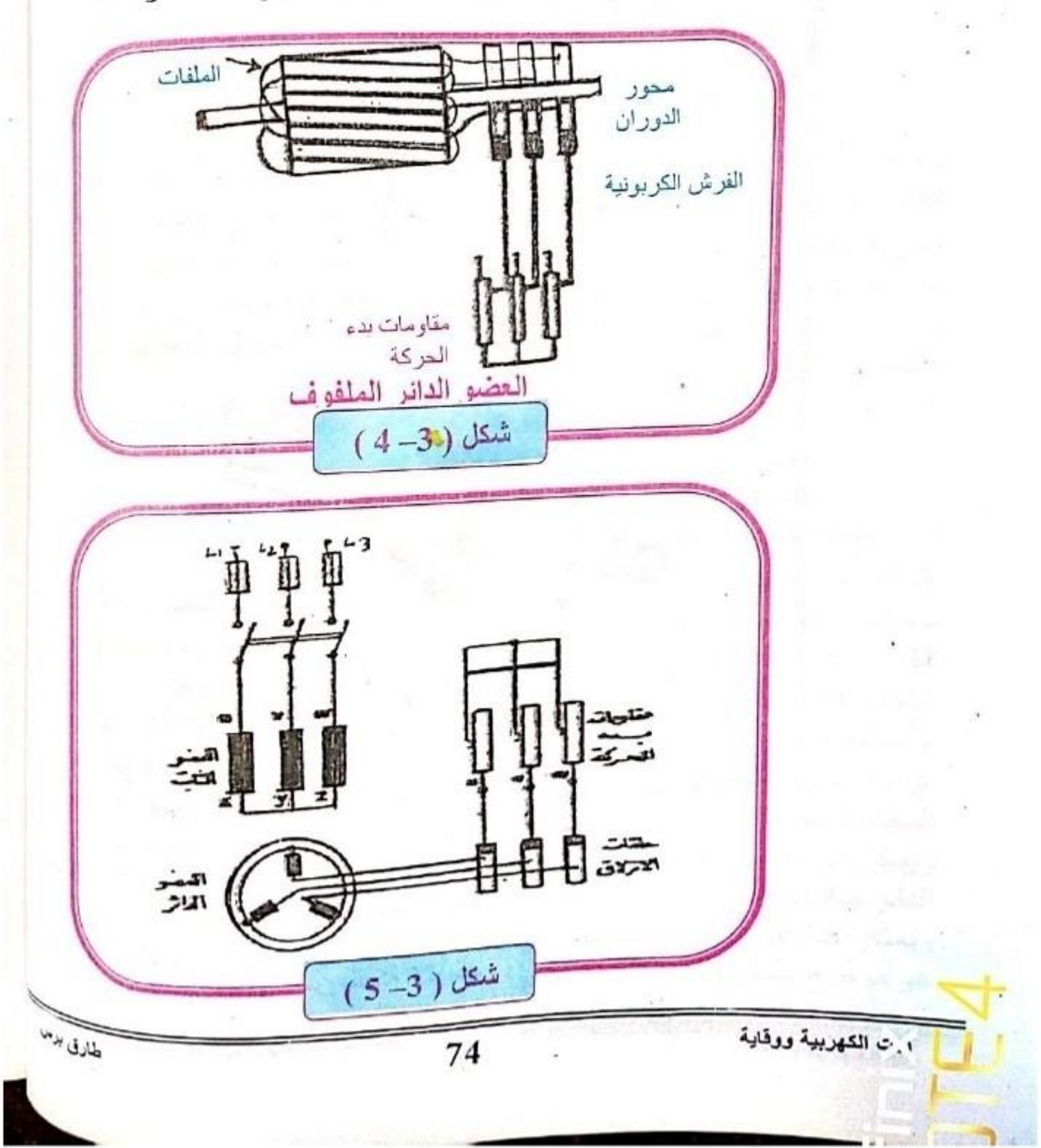
أ ـ منظور العضو الدائر ذو القفص السنجابى

ب ـ قفص السنجاب

جـ ـ مع ملف مسكوب من سبيكة الالومنيوم وريش المروحة

ب – العضو الدائر ذو حلقات الانزلاق (Slip Ring Rotor)

(العضو الملفوف) وهو كما فى شكل (3-4) يصنع من رقائق الصلب السليكونى على هيئة دوائر مشقوق بمحيطها الخارجى مجارى لوضع الملفات ، وتلف لتكون ثلاثة أوجه موصلة غالباً نجمة وتخرج أطرافها لتتصل بثلاث حلقات نحاسية معزولة عن بعضها وعن محور الدوران تسمى بحلقات الانزلاق . وتسمى ملفات الدائر بالملف الثانوى ويمتاز هذا النوع بعزم بدء كبير ولذا يستخدم فى الأحمال التى تحتاج لعزم بدء كبير مثل الأوناش والمصاعد وآلات الجر الكهربى . ويبين شكل (3-5) الدائرة الكهربية النظرية لهذا النوع من المحركات



شكل (3-4)

شكل (3-5)

3-3-1 المجال المغناطيسى الدوار Rotating Field

هو مجال متجه يتغير اتجاهه فى الفراغ مع الزمن بطريقة دوارة وله مقدار ثابت فى أية لحظة ما دامت الأوجه متماثلة .
يمكن الحصول على المجال الدوار من تيار متردد متعدد الأوجه . كما يمكن الحصول عليه من تيار متغير ذو وجه واحد عن طريق ملفين بينهما زاوية 90^{o} كهربية

المجال الدوار الناشئ عن تيار متردد ثلاثى الأوجه :

عند تغذية ملفات العضو الساكن لمحرك ثلاثى الأوجه من مصدر ثلاثى الأوجه ، فإن التيار المار فى كل وجه يكون شكله الموجى موجة جيبية . وينتج عن التيار المار فى كل وجه من أوجه ملفات العضو الساكن للمحرك مجال مغناطيسى متردد . ويكون تردد المجال المغناطيسى من كل وجه مثل تردد التيار المار فى ذلك الوجه . وتتغير شدة وإتجاه المجال المغناطيسى الناتج من كل وجه بنفس الطريقة التى يتغير بها التيار الذى ينتج هذا المجال ، أى أن الشكل الموجى للمجال المغناطيسى الناتج من كل وجه هو أيضا موجه جيبية .
وفى حالة المحرك الحثى ثلاثى الأوجه فإن مصدر الجهد المغذى له ثلاثى الأوجه . أى أن زاوية الإزاحة بين جهد الوجه وجهد الوجه الذى يليه تكون 120^{o} كما هو مبين بشكل (3-6) .

الجهود ثلاثية الأوجه وزاوية الازاحة بينهم

شكل (3– 6)

وملفات العضو الثابت فى المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه تكون موضوعه فى مجارى الملفات فى قلب العضو الساكن بحيث يكون بين ملف الوجه وملف الوجه الذى يليه 120^{o} ، كما هو موضح بشكل (3-7) الذى يوضح رسم مبسط للعضو الثابت للمحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه وملفاته .

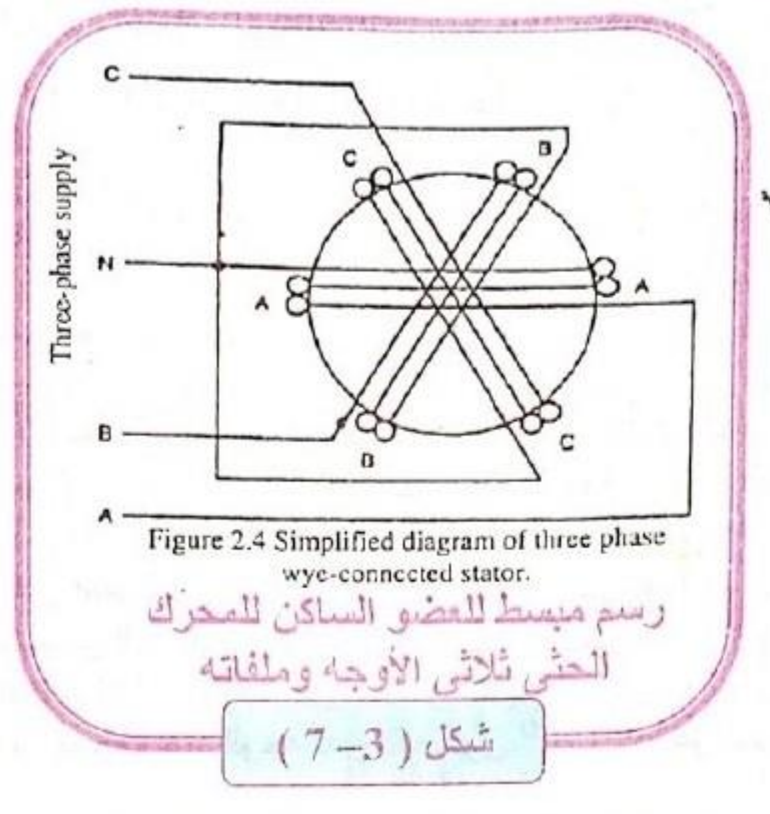
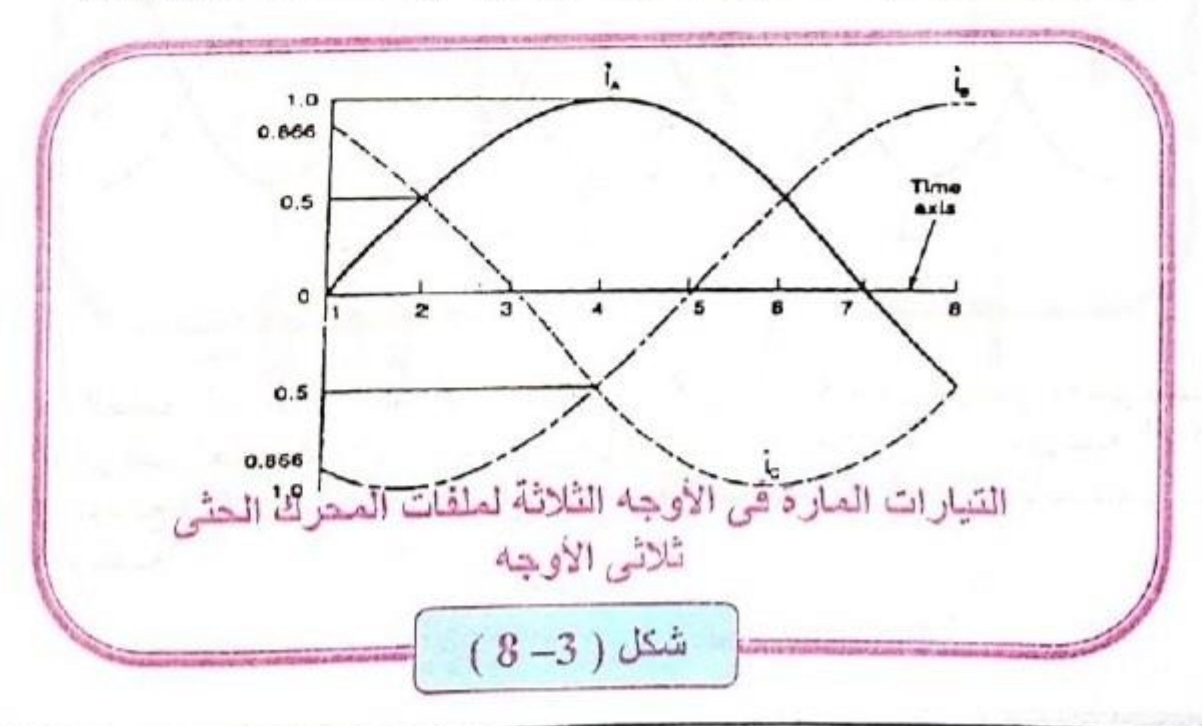


Figure 2.4 Simplified diagram of three phase wye-connected stator.

رسم مبسط للعضو الساكن للمحرك الحثى ثلاثى الأوجه وملفاته

شكل (3– 7)

وعند مرور تيارات مترددة فى ملفات الأوجه الثلاثة للمحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه فإنه ينتج من كل وجه المجال المغناطيسى الخاص به ، ويكون الشكل الموجى لذلك المجال هو موجة جيبية . ويوضح شكل (3-8) التيارات المارة فى ملفات الأوجه الثلاثة للعضو الثابت للمحرك حيث (i_A) هو تيار الوجه الأول ، (i_B) هو تيار الوجه الثانى ، (i_C) هو تيار الوجه الثالث وقد تم فرض أن القيمة العظمى لكل موجة تيار من التيارات الثلاثة تساوى 1.0 .



التيارات المارة فى الأوجه الثلاثة لملفات المحرك الحثى ثلاثى الأوجه

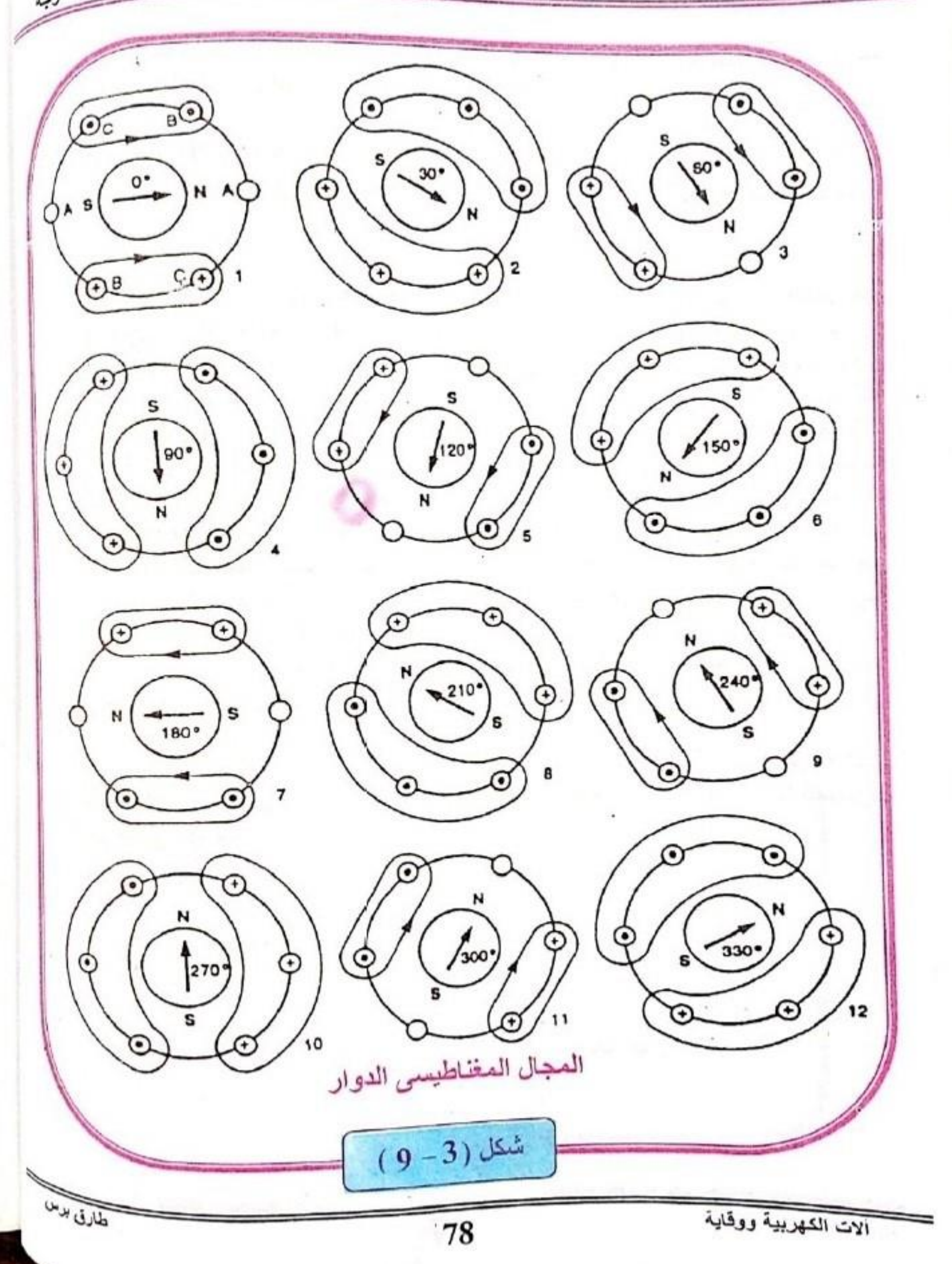
شكل (3– 8)

ويوضح شكل (3-9) إتجاهات التيارات فى الأوجه الثلاثة والمجالات المغناطيسية الناتجه منهم على فترات متتالية تناظر كل فترة فيها زاوية مقدارها 30^o .

ومبين على المحور الأفقى لشكل (3-8) السابق اللحظة المناظرة لبداية كل فترة ، حيث الرقم (1) يدل على اللحظة الأولى أى بداية الفترة الأولى ، والرقم (2) يدل على بداية الفترة الثانية ، وهكذا .

عند اللحظة (1) فى شكل (3-8) السابق فإن التيار فى الوجه (A) يكون صفراً ، والتيار فى الوجه (B) يكون (0.866-) أى قيمته سالبة والتيار فى الوجه (C) يكون (0.866) أى إشارته موجبة . وبالتالى فإنه عند هذه اللحظة فإن تيار الوجه (B) وتيار الوجه (C) متساويان فى المقدار ومتضادان فى الإتجاه . وبالتالى يمكن تمثيل المجال المغناطيسى الناتج من الأوجه الثلاثة كما هو مبين فى شكل (3-9)(1) والذى يناظر الزاوية صفر ويكون إتجاه محصلة المجالات المغناطيسية للثلاثة أوجه كما هو مبين بالسهم الذى فى منتصف الرسم ويتجه يميناً وعند اللحظة (2) فى شكل (3-8) السابق فإن تيار الوجه (B) تكون قيمته (I.0 -) أى إشارته سالبة وتيارات الوجهين (A) ،(C) متساوية فى المقدار وقيمة كل منهما (0.5) أى إشارتها موجبة . وبالتالى يمكن تمثيل المجالات المغناطيسية الناتجة من تيارات الأوجه الثلاثة وكذلك محصلتهم كما هو مبين بشكل (3-9)(2) . حيث أن محصلة المجالات المغناطيسية للأوجه الثلاثة قد دار بزاوية مقدارها 30^o من الوضع المناظر لشكل (3-9)(1) وبتطبيق نفس الأسلوب على اللحظات من (3) حتى (12) فإن المجالات المغناطيسية الناتجة من الأوجه الثلاثة ومحصلتهم عند كل لحظة تكون كما هو موضح فى الأشكال من (3-9)(3) حتى (3-9)(12) .

ويتبين من ذلك أن المجال المغناطيسى للمحصلة يدور حول العضو الساكن . والسرعة التى يدور بها هذا المجال تعرف بأنها السرعة التزامنية Synchronous Speed للمحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه .



المجال المغناطيسى الدوار

شكل (3 - 9)

2-3-3 كيفية إحداث الحركة الميكانيكية فى المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه :

فى محركات التيار المتردد ثلاثية الأوجه ينشأ مجال ثابت القيمة ولكنه يغير موضعه فى اتجاه دورى يسمى المجال الدائر . هذا المجال يناظر الأقطاب المغناطيسية فى محركات التيار المستمر شكل (3-10- أ) وهذا المجال يقطع موصلات العضو الدائر فينتج بها قوة دافعة كهربية بالاستنتاج الكهربى تسبب مجال مغناطيسى حلقى حول موصلات العضو الدائر شكل (3-10- ب) يتفاعل مع المجال المغناطيسى الدائر مسببا تولد مجال مغناطيسى محصل شكل (3-10 – جـ) مسبباً حركة العضو الدائر فى اتجاه المجال الدائر . ومن هنا سميت هذه المحركات بالمحركات الاستنتاجية .



أ) المجال المغناطيسى الناتج من العضو الثابت (المجال الدائرى)

ب) المجال المغناطيسى المستنتج فى العضو الدائر
إنتاج عزم الدوران

جـ) المجال المغناطيسى المحصل

شكل (3- 10)

1-4-3 الانزلاق Slip

سرعة الانزلاق Speed Of Slip (n_S) : سرعة الانزلاق (n_S) هى الفرق بين سرعة المجال الدائر (n) وسرعة العضو الدائر (n_1) .

أى أن : $n_s = n - n_1$

حيث أن سرعة المجال الدائر (n) تتوقف على عدد الأقطاب (2P) والتردد (f)
حيث التردد (ذ / ث) يكون

$$f = \frac{(2P)n}{2\times 60} = \frac{P.n}{60}$$

$$n = \frac{60\,f}{P}$$ (revolutio n/minute)

تعريف الانزلاق (S):

هو النسبة بين سرعة الانزلاق إلى سرعة المجال الدائر

$$S\% = \frac{n_S}{n} \times 100 = \frac{n - n_1}{n} \times 100$$

أى أن الانزلاق (S) هو :

$$S = \frac{n - n_1}{n} \text{.........................} (1)$$

حيث n : هى السرعة التزامنية = سرعة المجال الدائر

n_1 : هى سرعة العضو الدائر وتقاس بواسطة التاكوميتر

من المعادلة (1) نجد أن :

- فى حالة اللاحمل فإن قيمة الانزلاق تقريباً مساوية للصفر
- فى حالة ما يكون العضو الدائر ساكن ($n_1=0$) أى أن سرعته صفر يكون الانزلاق $S = \frac{n-0}{n} = 1$ وتكون نسبة الانزلاق 100%

ومن المعادلة (1) يمكن التعبير عن سرعة العضو الدوار بدلالة الانز. ق بالعلاقة

$$n_1 = n(1 - S)$$

مثال (3-1)

محرك ثلاثى الأوجه قفص سنجابى تردده 50 ذ/ث والانزلاق 2.5% ، وعدد أقطابه 4 قطب أوجد سرعة العضو الدائر .

الحــل

سرعة المجال n

$$n = \frac{60\ f}{P} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 \text{ rev/min}$$

نسبة الانزلاق S هى

$$2.5\% = \frac{n_S}{1500} \times 100$$

$$n_S = 2.5 \times 15 = 37.5 \text{ rev/min}$$

وحيث أن

$$n_S = n - n_1$$

$$n_1 = n - n_S = 1500 - 37.5 = 1462.5 \text{ rev/min}$$

مثال (3-2)

محرك تيار متردد استنتاجي ثلاثي الأوجه يعمل على جهد 380 فولت 50Hz وعدد أقطابه 4 قطب وسرعة العضو الدائر له 1450 لفة/د . احسب سرعة الانزلاق والنسبة المئوية للانزلاق لهذا المحرك .

الحــــل

حيث أن $f = 50\ Hz$ ، $2P=4$ $\therefore$ $P=2$ وسرعة العضو الدائر $n_1 = 1450$ لفة/د

$$n = \frac{60\ f}{P} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 \quad rev/min$$

$$n_S = n - n_1 = 1500 - 1450 = 50 \quad rev/min$$

$$S = \frac{n_S}{n} \times 100 = \frac{50 \times 100}{1500} = 3.33\ \%$$

مثال (3-3)

محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب تردده 50 ذ/ث والانزلاق 4% وسرعة العضو الدائر له 1440 لفة/دقيقة – احسب عدد الأقطاب

الحــــل

$$S\% = \frac{n_S}{n} \times 100 = \frac{n - n_1}{n} \times 100$$

$$4 = \frac{n - 1440}{n} \times 100$$

$$\therefore n = 1500 \quad rev/min$$

من قانون التردد

$$f = \frac{P\ n}{60}$$

$$50 = \frac{P \times 1500}{60}$$

$$P = \frac{50 \times 60}{1500} = 2$$

عدد الأقطاب (2P)

$$\therefore 2P = 2 \times 2 = 4 \quad Pole$$

3-4-2 تأثير الإنزلاق على كل من تردد وتيار العضو الدائر :

تتأثر قيمة الجهود التى تتولد بالتأثير فى العضو الدوار عن طريق المجال المغناطيسى الدوار بقيمة الانزلاق الذى يعمل عنده المحرك .

وكذلك يتأثر بالانزلاق تردد تلك الجهود وبالتالى تردد التيارات التى تمر فى ملفات العضو الدوار سواء كانت قضبان مثل تلك التى فى المحركات ذات القفص السنجابى أو ملفات مشابهة لملفات العضو الساكن مثل تلك التى فى المحركات ذات حلقات الإنزلاق.

فإذا كان جهد وجه العضو الدوار الناتج بالتأثير من المجال المغناطيسى الدوار عندما يكون العضو الدوار متوقف عن الحركة (أى عندما تكون سرعته صفر) هو Es فإن جهد الوجه فى العضو الدوار عند أى سرعة أخرى تناظر إنزلاق (S) يكون :

$$E_{2_S} = S.E_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ويتأثر تردد الجهود والتيار فى العضو الدوار بالانزلاق بالعلاقة :

$$f_2 = S.f_1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث f_1 هو تردد المصدر الذى يغذى المحرك (f_2) هو تردد جهود وتيارات العضو الدوار .

وعند ثبات التردد (f_1) نستنتج أن تردد العضو الدائر يتناسب طردياً مع الانزلاق أى أن

1- الممانعة الاستنتاجية X_2 تتناسب طرديا مع الانزلاق ∴ X_2 تكون أكبر ما يمكن فى حالة السكون حيث يكون الانزلاق يساوى الوحدة
2- ق.د.ك E_2 فى العضو الدائر تتناسب طرديا مع الانزلاق وقيمتها أكبر ما يمكن عند السكون أيضاً
3- يتناسب تيار العضو الدائر (I_2) طرديا مع الانزلاق
4- القدرة الكهربية (P_2) فى العضو الدائر تتناسب طرديا مع الانزلاق
5- يتناسب عزم الدوران (T) طرديا مع الانزلاق

عندما يكون الانزلاق مساويا للصفر تكون قيمة العزم مساوية للصفر حيث يكون التيار مساويا للصفر وكذلك (ق.د.ك) المستنتجة تساوى صفر ، أى تكون سرعة المحرك مساوية لسرعة التوافق.

ومن ذلك نستنتج أن المحركات الاستنتاجية لا تدور بسرعة التوافق حيث أن العزم مساويا للصفر .

مثال (4-3)

محرك حثى (استنتاجى) ثلاثى الأوجه عدد أقطابه ستة ويتغذى من مصدر تردده 50 Hz احسب تيارات العضو الدوار فى الحالات الآتية :
أ – العضو الدوار فى حالة سكون
ب – المحرك يدور عند سرعة 420 rpm

الحـــل

∵ عدد أقطاب المحرك $2P=6$ ∴ $P=3$

السرعة التزامنية n

$$n=\frac{60\,f}{P}=\frac{60\times50}{3}=1000\ \text{rev/min}$$

أ – فى حالة سكون المحرك العضو الدائر فإن سرعته صفر أى أن :

$n=0$

وبالتالى يكون الانزلاق

$$S=\frac{n_1-n}{n}=\frac{1000\times0}{1000}=1.0$$

ويكون تردد تيارات العضو الدوار

$$f_2=S.f_1$$
$$=1(50)=50\ \text{Hz}$$

ب – فى حالة دوران العضو الدائر بسرعة $n_1=420$ rpm

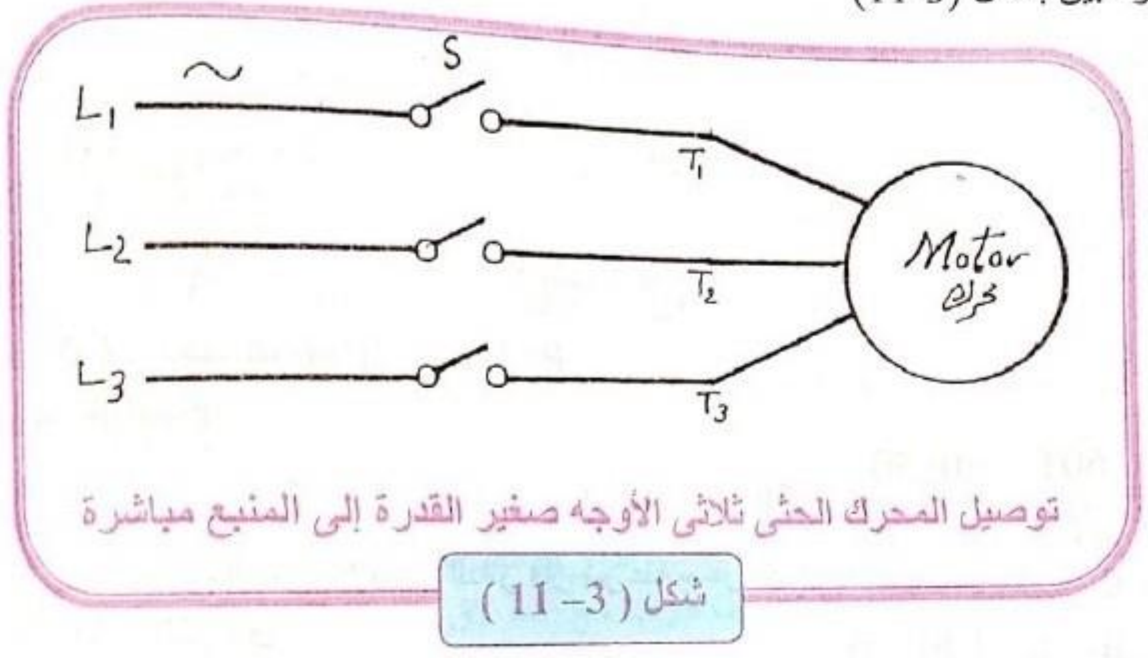
$$S=\frac{1000\text{-}420}{1000}=0.58$$

وتردد تيارات العضو الدائر f_2

$$f_2=S.f_1$$
$$=(0.58)(50)$$
$$=29\,\text{Hz}$$

3-5 طرق بدء حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه :

عند توصيل أطراف المحرك الاستنتاجي ثلاثى الأوجه إلى مصدر الجهد مباشرة كما هو مبين بشكل (3-11)



توصيل المحرك الحثى ثلاثى الأوجه صغير القدرة إلى المنبع مباشرة

شكل (3– 11)

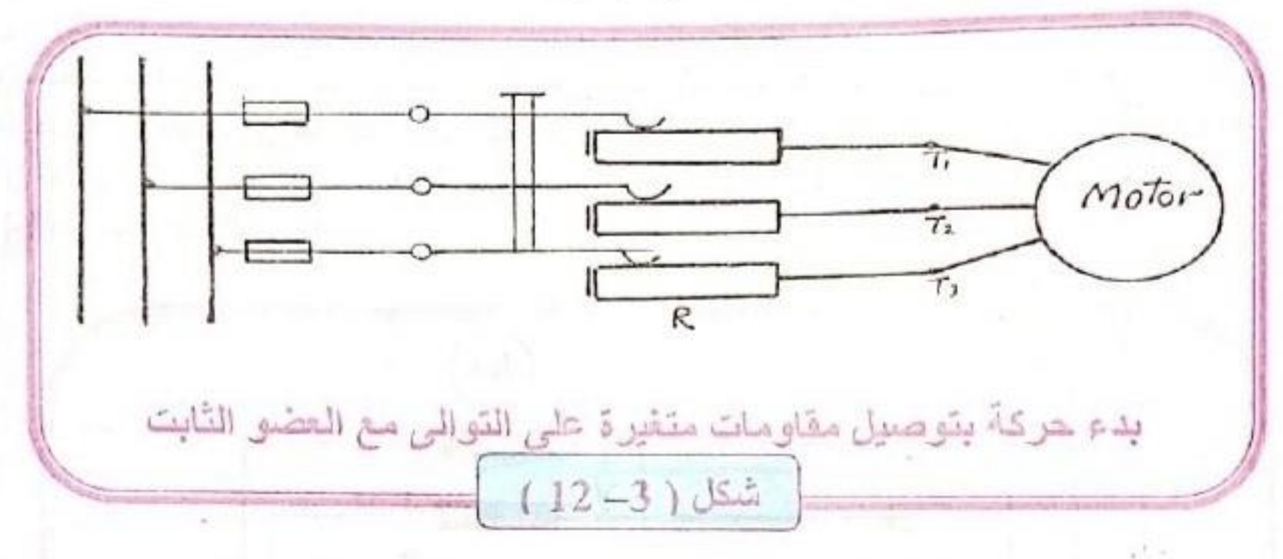
فإن التيار الذى يمر بالمحرك عند بدء الحركة (Starting) مع تسليط الجهد الكامل على أطراف المحرك تكون قيمته كبيرة مما قد يؤدى إلى خفض جهد الشبكة التى يتغذى منها المحرك مما يؤثر تأثيرا سيئا على الأحمال الأخرى التى تتغذى من نفس الشبكة .
ولا تكون طريقة بدء حركة المحرك الحثى الثلاثى الأوجه بتوصيله إلى المصدر مباشرة ملائمة إلا إذا كانت قدرة المحرك صغيرة ولا يؤثر تيار البدء على الشبكة تأثيرا ملموساً .
أما إذا كانت قدرة المحرك كبيرة فإنه يستلزم إحدى طرق بدء الحركة لتوصيل المحرك إلى المصدر والتى تؤدى إلى خفض التيار الذى يسحبه المحرك من المصدر عند توصيله .

والطرق الشائعة الاستخدام لبدء حركة المحركات الحثية (الاستنتاجية) ثلاثية الأوجه هى استخدام مقاومات بدء حركة أو محول ذاتى (نفسى) أو توصيلة نجمة/دلتا أو استخدام ملفات العضو الساكن الجزئية أو بإستخدام دوائر الكترونيات القوى وفيما يلى شرح كل طريقة :

أولاً : المحركات ذات عضو دائر نوع قفص السنجاب :

1- طريقة بدء الحركة بتوصيل مقاومات متغيرة على التوالى مع العضو الثابت:

يوضح شكل (3-12) توصيل مقاومات متغيرة على التوالى مع العضو الثابت والغرض هو تقليل الجهد من المصدر على أطراف العضو الثابت ثم يزاد الجهد تدريجيا حتى يصل إلى أقصى قيمة وبذلك تخرج المقاومات من الدائرة نهائيا .



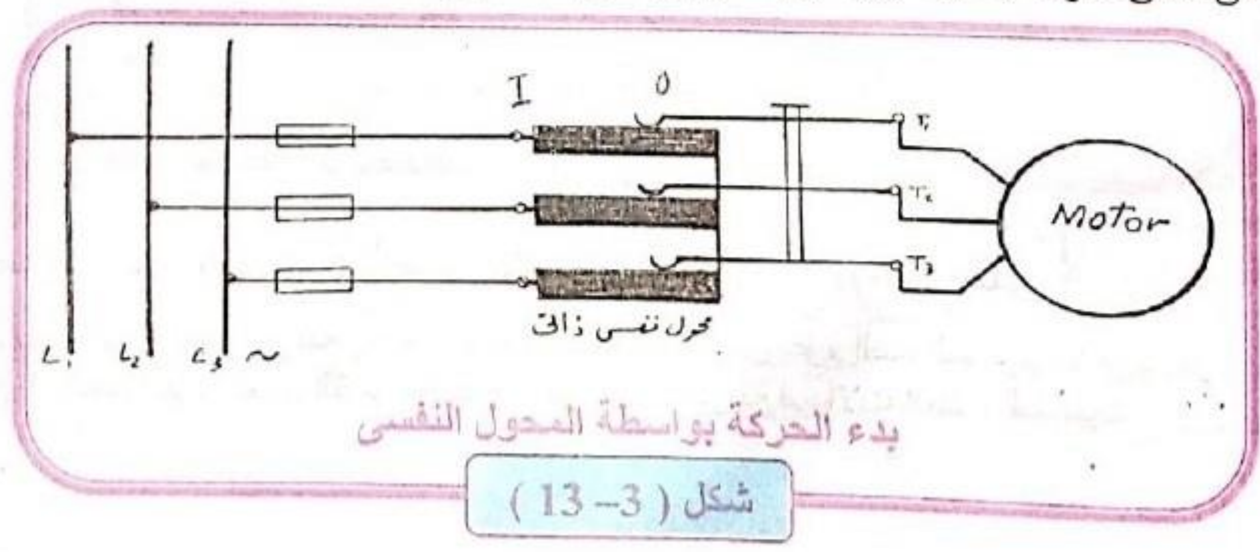
بدء حركة بتوصيل مقاومات متغيرة على التوالى مع العضو الثابت

شكل (3-12)

هذه الطريقة مفيدة للبدء السلس للمحركات الصغيرة فقط سواء كانت دلتا أو نجمة

2- طريقة بدء حركة المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب بواسطة المحول الذاتى :

ويوضح شكل (3-13) هذه الطريقة حيث يتم توصيل المحرك إلى المنبع عن طريق محول ذاتى ثلاثى الأوجه يمكن تغيير خرجه تدريجياً حتى نصل إلى جهد التشغيل .



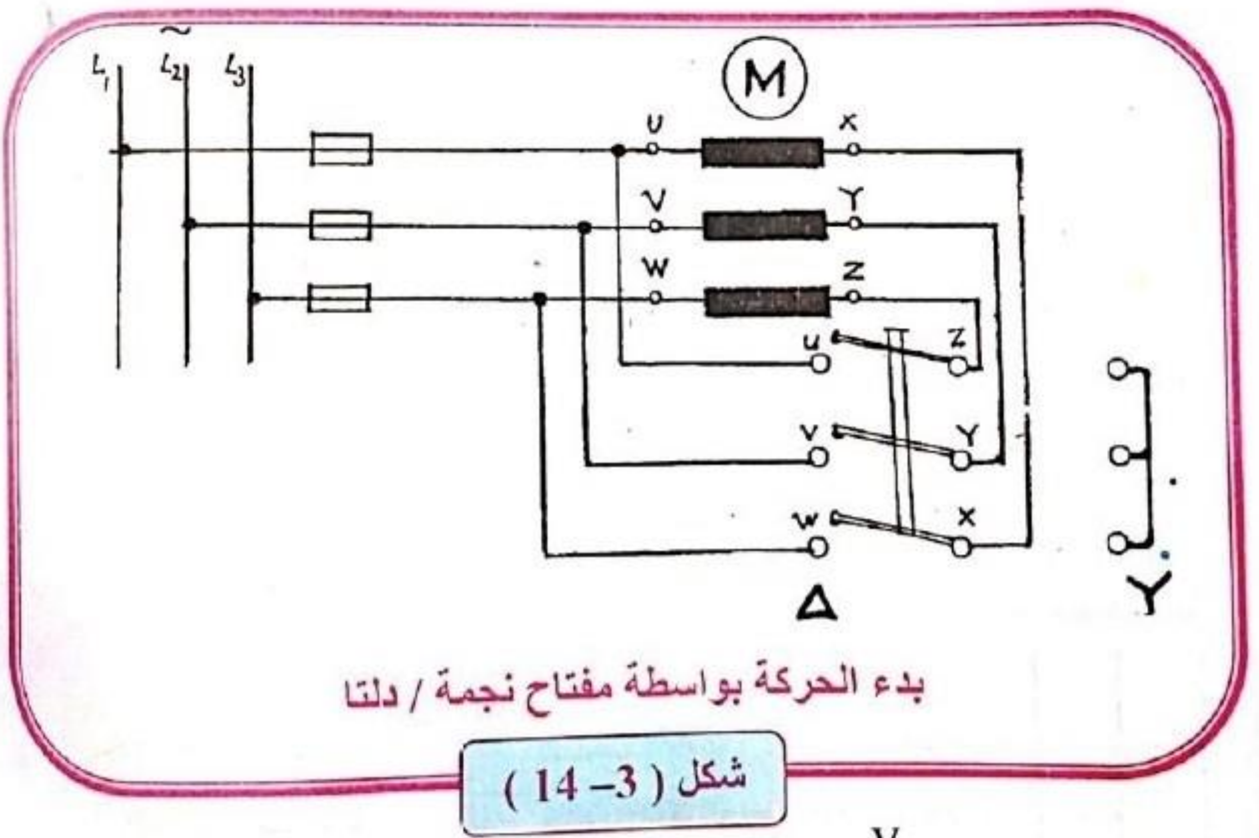
بدء الحركة بواسطة المحول النفسى

شكل (3-13)

هذه الطريقة تستخدم سواء كان المحرك موصل دلتا أو نجمة ، إن معظم البادئات الذاتية لها ثلاثة أوضاع لتقليل الجهد إلى 50% ، 65% ، 80% من جهد المصدر ويتم هذا التغيير عن طريق مفاتيح تكون مضادة للشرارة للمحركات الصغيرة ومن النوع المغمور فى الزيت فى المحركات الكبيرة .

3- طريقة بدء حركة المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب بمفتاح نجمة/دلتا:

ويستخدم هذا النوع من بادئات الحركة للمحركات الاستنتاجية التى يكون فيها العضو الثابت موصل دلتا ، ويتكون هذا البادئ من مفتاح ذى إتجاهين حيث يوصل المحرك نجمة للبدء وبعد أن تصل سرعته إلى حوالى 75% من سرعته المقننة يوصل دلتا للتشغيل العادى وشكل (3-14) يوضح هذه الطريقة .



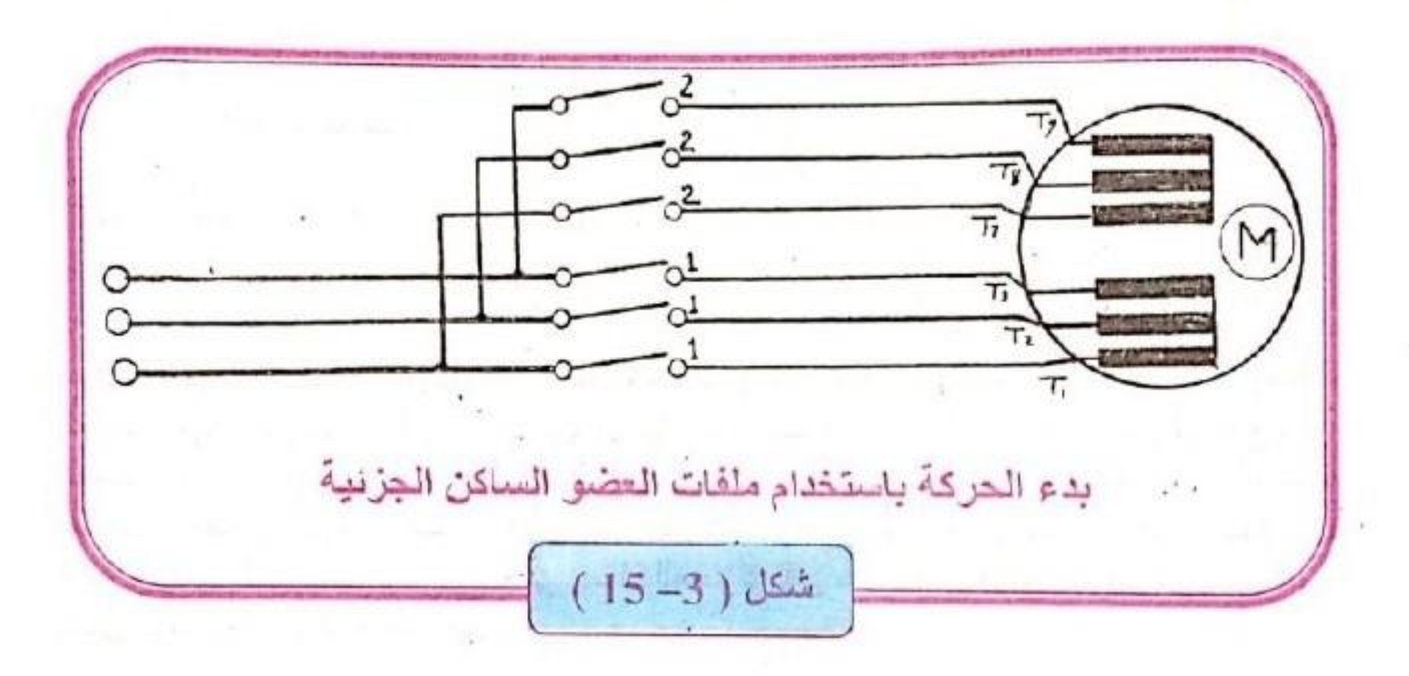
بدء الحركة بواسطة مفتاح نجمة / دلتا

شكل (3- 14)

عند البدء يقل الجهد إلى $\frac{V}{\sqrt{3}}$ عند توصيل ملفات المحرك نجمة وبالتالى يعطى $\frac{1}{3}$ تيار وعزم الحمل الكامل هذه الطريقة رخيصة وفعالة فى حالة إذا كان عزم البدء المطلوب لا يزيد عن 1.5 ضعف عزم الحمل الكامل ولذلك تستخدم هذه الطريقة فى آلات العدد والطلمبات .

4- بدء حركة المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه باستخدام ملفات العضو الساكن الجزئية :

فى هذه الطريقة تكون ملفات العضو الساكن مكونة من جزئين متماثلين تماماً ويكون كل جزء عبارة عن ملفات ثلاثية الأوجه مناظرة لتزويد المحرك بنصف قدرته المقننة. وعند البدء يتم توصيل ملفات جزء واحد من الملفات إلى المصدر وبعد وصول المحرك للسرعة المناسبة فإنه يتم توصيل الجزء الثانى من الملفات مع استمرار توصيل الجزء الأول . ويوضح شكل (3-15) الدائرة الكهربية لهذه الطريقة حيث تكون نقط التلامس التى لها الرمز(1) موصله عند بدء الحركة وبعد فترة وجيزة من الزمن يتم غلق نقط التلامس التى لها الرمز (2) .

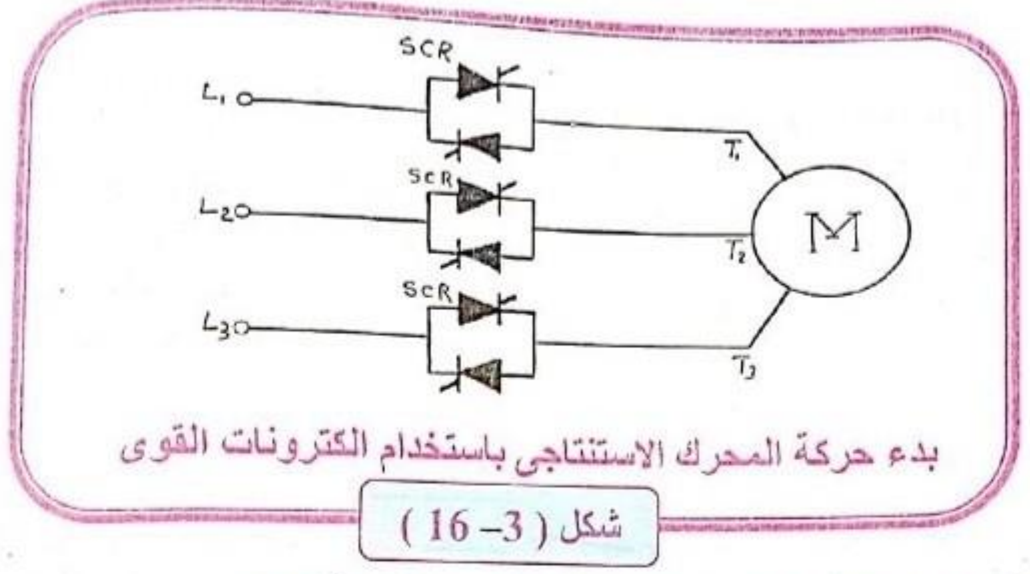


بدء الحركة باستخدام ملفات العضو الساكن الجزئية

شكل (3-15)

5- بدء حركة المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه باستخدام إلكترونات القوى:

بوضح شكل (3-16) إحدى الطرق التى تستخدم فيها الكترونات القوى لتخفيض الجهد المسلط على أطراف المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه عند بدء الحركة . وفى هذه الدائرة تستخدم ستة ثايرستورات ، أثنان فى كل خط من خطوط المحرك والثايرستوران الموصلان فى كل خط متصلين ظهراً لظهر (Back To Back) أى أن كاثود الثايرستور الأول متصل بأنود (anode) الثايرستور الثانى والعكس بالعكس ويتم تخفيض الجهد المسلط على أطراف المحرك عن طريق زيادة زاوية إشعال الثايرستورات المستخدمة فى الدائرة . وعن طريق التحكم فى زاوية إشعال الثايرستورات يمكن التحكم فى مقدار الجهد المسلط على أطراف المحرك وبالتالى التحكم فى مقدار تيار بدء الحركة للمحرك .



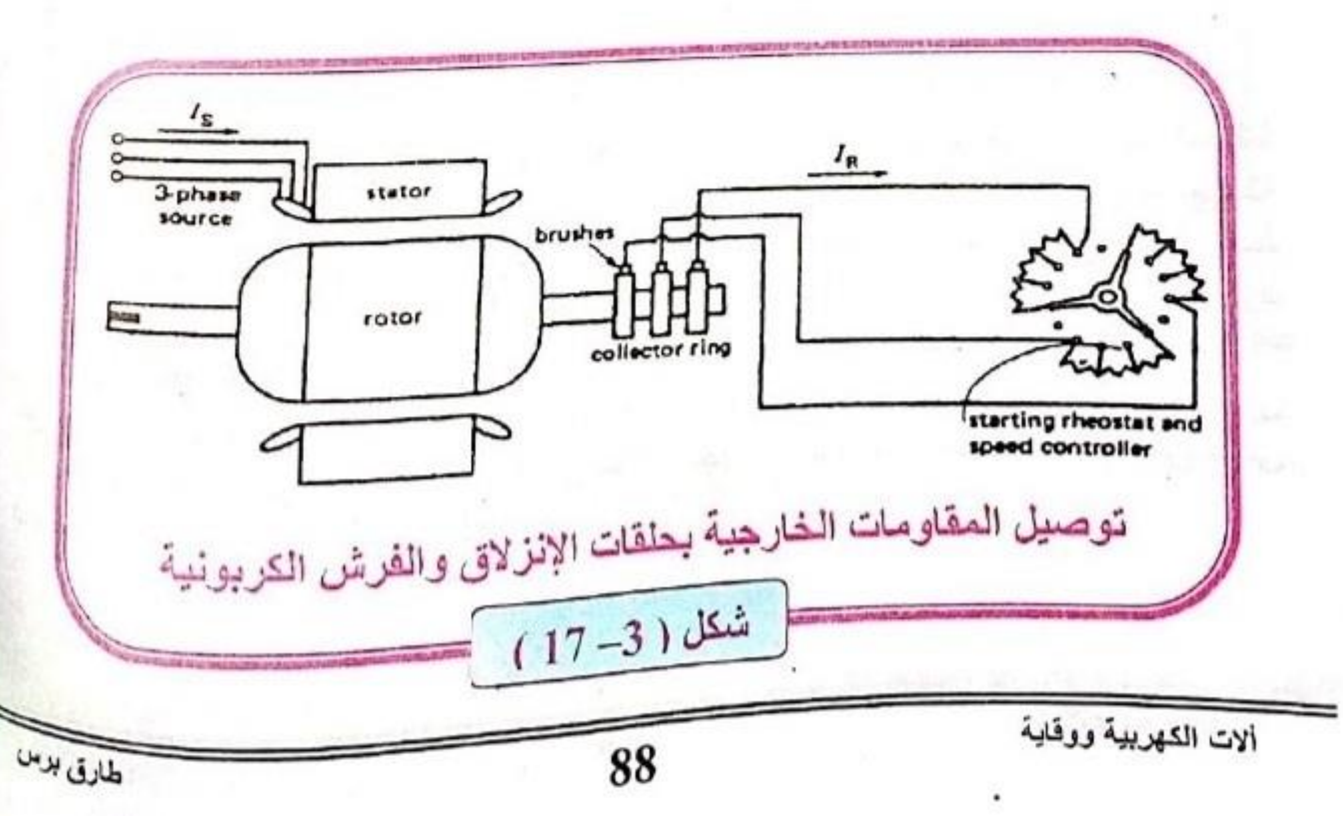
بدء حركة المحرك الاستنتاجى باستخدام الكترونات القوى

شكل (3– 16)

ثانيا : المحركات ذات عضو دائر ملفوف وحلقات أنزلاق :

بدء حركة المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه ذو حلقات الانزلاق :

يمكن تخفيض التيار الذى يسحبه المحرك الثلاثى الأوجه ذو حلقات الانزلاق عند توصيله للمصدر وبدء حركته وذلك عن طريق توصيل مقاومات خارجية ثلاثية على التوالى مع دائرة العضو الدوار كما هو موضح بشكل (3-17) . وكلما زادت قيمة المقاومات الخارجية المتصلة بملفات العضو الدوار كلما قل تيار بدء الحركة . ومع بدء دوران المحرك فإن المقاومات الخارجية يتم تخفيضها بالتدريج حتى يصل المحرك إلى سرعة تشغيله المستقرة والتى سوف يعمل عندها طوال فترة التشغيل .



توصيل المقاومات الخارجية بحلقات الإنزلاق والفرش الكربونية

شكل (3– 17)

3- 6 طرق التحكم فى سرعة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه :

سبق توضيح أن سرعة المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه ترتبط بالسرعة التزامنية للمجال الدوار بالعلاقة

$$n_1 = n(1-S)$$

حيث n_1 هى سرعة العضو الدائر (Rotor) وتقاس بواسطة التاكوميتر
n هى السرعة التزامنية = سرعة المجال الدوار
S هو الانزلاق
وحيث أن السرعة التزامنية n ترتبط بتردد مصدر المحرك (f) وبعدد أقطاب العضو الساكن ($2P$) .

$$n = \frac{60f}{P}$$

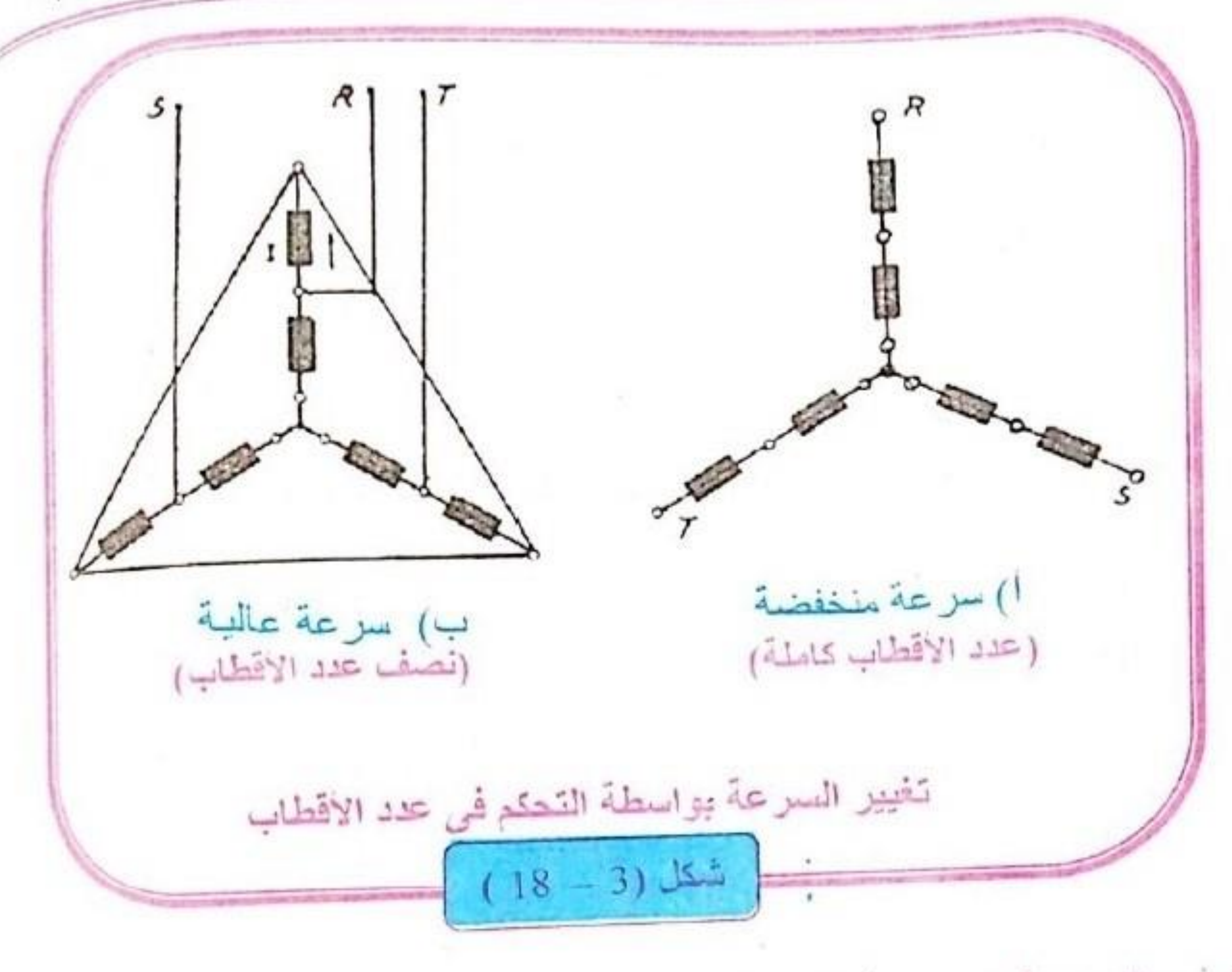
حيث n وحدتها لفة/دقيقة (rpm)
وبالتالى فإنه يمكن التعبير عن سرعة المحرك بالعلاقة

$$n = \frac{60f}{P}(1-S)$$

وبالتالى فمن أجل التحكم فى سرعة المحرك الاستنتاجى الثلاثى الأوجه وتغييرها فإنه إما تغيير عدد الأقطاب ($2P$) أو تغيير تردد مصدر تغذية المحرك (f) أو تغيير الانزلاق الذى يعمل عنده المحرك (S) .

أولا : التحكم فى سرعة المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه بتغيير عدد الأقطاب:

يمكن أن يتم ذلك بواسطة تغيير الإتصال الكهربى بملفات العضو الثابت أو عن طريق لف العضو الثابت بملفات مستقلة ذات أقطاب مختلفة لكل سرعة . وفى حالة ثبات عزم الدوران مع كل السرعات يوصل المحرك كما فى شكل (3- 18- أ) فى حالة السرعة المنخفضة أو شكل (3- 18- ب) فى حالة السرعة العالية ، وفى هذه الحالة تقل قدرة المحرك إلى النصف عند نصف السرعة الكاملة . وعندما يزود العضو الثابت بملفين منفصلين يمكن تغيير الاتصال بحيث يكون للمحرك ثلاث سرعات.
ويتم الإتصال الكهربى لعدد من الأقطاب بعدد اخر بواسطة مفتاح تغيير الأقطاب (مفتاح تغيير السرعة) .



تغيير السرعة بواسطة التحكم فى عدد الاقطاب

شكل (3 - 18)

ثانياً : التحكم فى سرعة المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه بتغيير تردد المنبع المغذى للمحرك :

تتناسب سرعة المحرك طردياً مع تردد المنبع ، ويمكن تغيير تردد المنبع كالآتى :

- مغير التردد Frequency Changer

وهو عبارة عن محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه ملفوف يعمل كمولد استنتاجى يغذى من مصدر تيار متردد ونحصل منه على التردد المطلوب والذى يمكن حسابه من المعادلة الآتية :

$$\text{تردد العضو الدائر} = \frac{\text{تردد الشبكة (سرعة المجال الدائر} \pm \text{سرعة العضو الدائر)}}{\text{سرعة المجال الدائر}}$$

- فالإشارة (-) فى حالة دوران العضو الدائر فى اتجاه المجال الدائر نحصل على تردد صغير جداً
- والإشارة (+) فى حالة دوران العضو الدائر فى عكس إتجاه المجال الدائر نحصل على ضعف التردد

2 - الثيرستور :

تستخدم حاليا المعدات الالكترونية لتنظيم سرعة محركات التيار المتردد حيث أثبتت فاعليتها فى القدرات الكبيرة وتتم عملية تغيير التردد بعدة طرق منها :

أ- بتعديل شكل موجة التيار المغذى: وذلك بتوحيده بواسطة قنطرة موحدات إلى تيار مستمر ثم تحويل التيار المستمر إلى تيار متغير بواسطة مجموعة من الثيرستورات المعدلة لشكل الموجه وبذلك يمكن التحكم فى سرعة المحرك .

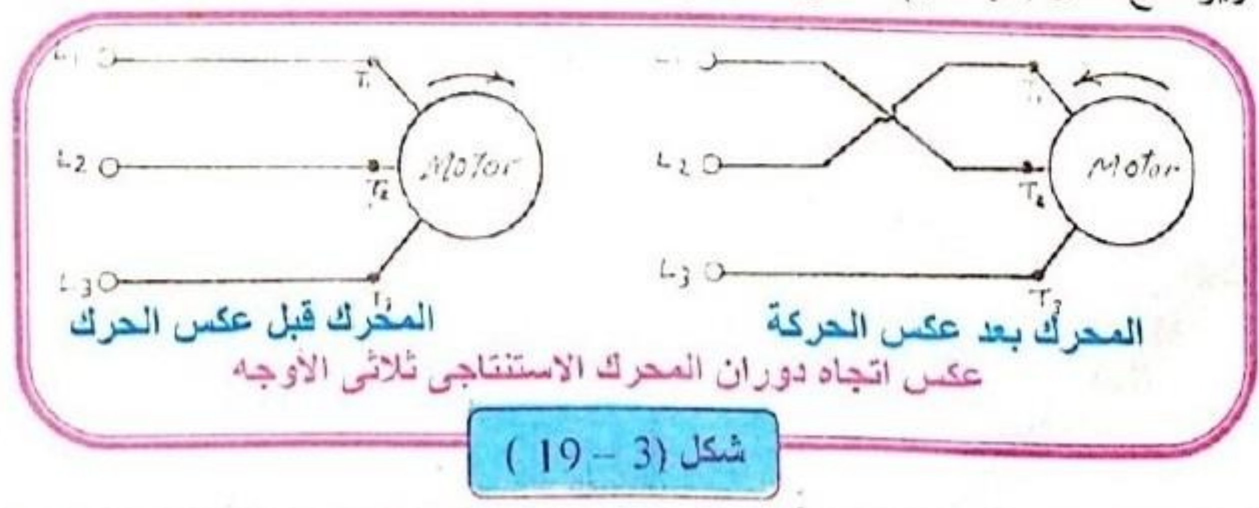
ب- تغيير تردد المنبع : حيث يعدل تردد المصدر بواسطة نوع خاص من الثيرستورات يسمى (ترياك) الذى يمكن بواسطته الحصول على تردد عالى أو منخفض حسب زمن إشعال الترياك .

ثالثاً : التحكم فى سرعة المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه بتغيير الانزلاق :

وتستخدم هذه الطريقة لتغيير السرعة مع المحركات الاستنتاجية ذات حلقات الانزلاق. وتعتبر هذه الطريقة طريقة لتغيير السرعة عن طريق تغيير الانزلاق . بتوصيل مقاومات خارجية مع العضو الدوار عن طريق حلقات الانزلاق كما هو موضح بشكل (3 - 17) السابق . وكلما زادت قيمة المقاومات الخارجية فإن الانزلاق يزيد وتقل سرعة المحرك ويلاحظ أن مقاومات التحكم فى سرعة المحرك تختلف عن مقاومات بدء الحركة ومزودة بوسيلة تهوية للتخلص من الحرارة الناتجة . .

3-7 عكس حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه :

يكون إتجاه دوران العضو الدوار للمحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه هو نفس إتجاه دوران المجال المغناطيسى الدوار الناتج من ملفات العضو الساكن للمحرك وبالتالى لكى يتم عكس إتجاه دوران العضو الدوار فإنه يستلزم عكس إتجاه المجال المغناطيسى الدوار ولعمل ذلك فإنه يتم عكس تتابع أو تسلسل الأوجه (Phase Sequence) للمحرك وذلك بتبديل أى طرفين من الأطراف الثلاثة المغذية للمحرك كل مكان الآخر ويوضح شكل (3-19) المحرك قبل وبعد عكس حركته .



عكس اتجاه دوران المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه

شكل (3 – 19)

3 – 8 حماية المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه ضد :
(زيادة التيار – انخفاض التيار – ارتفاع الجهد – تتابع الأوجه)

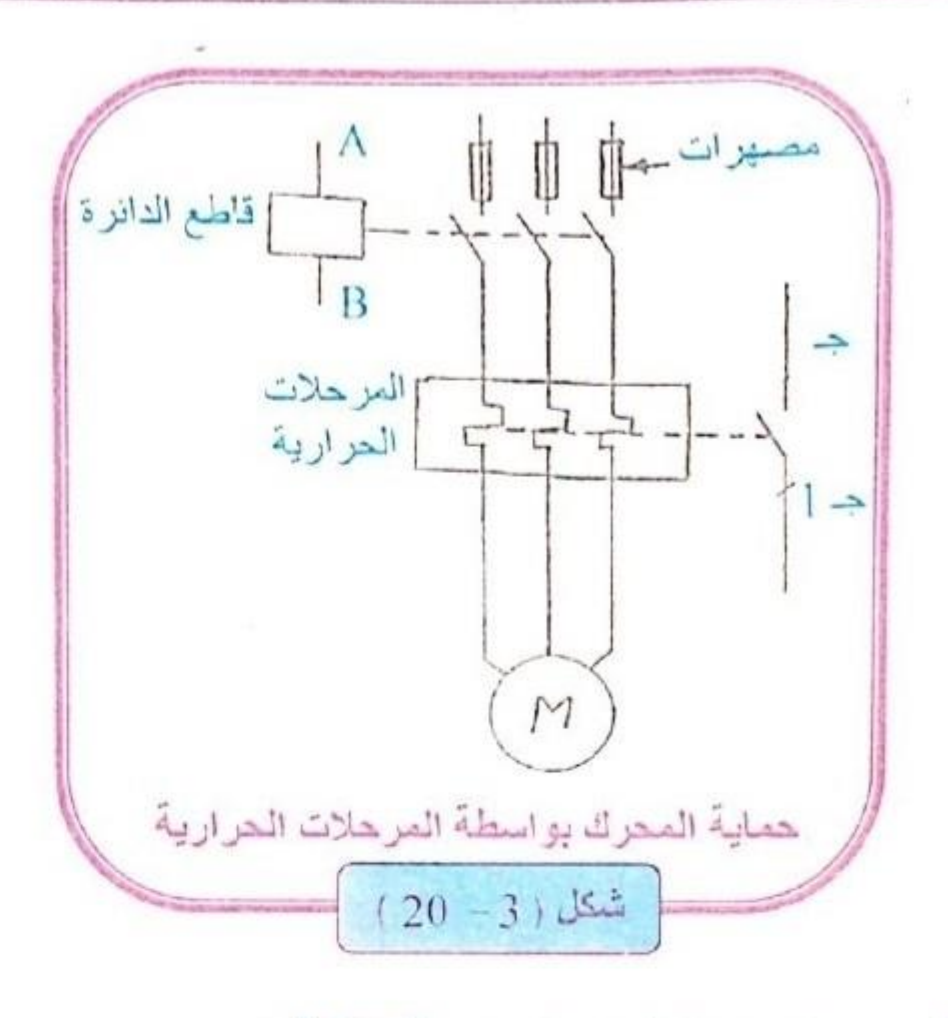
مقدمة :

تستعمل المحركات فى التجهيزات الكهربائية جميعها ، لذا يجب تأكيد أهمية عمل هذه المحركات باستمرار ، وحمايتها من أى مؤثر غير طبيعى يسبب تلفها أو توقفها .
وبالنسبة للمحركات الكهربائية الصغيرة ، يمكن تأمين حمايتها بواسطة قاطع آلى مجهز بمتمم حرارى لحمايته من زيادة التيار ، ومتمم كهرومغناطيسى لحمايته من أعطال قصر الدائرة الكهربائية وتكون هذه المتممات قابلة للضبط حسب قيمة التيار الأسمى المقرر ، أما المحركات الكهربائية الكبيرة المهمة التى يعتمد عليها استمرار عمل وحدة التوليد الكهربائية أو خط انتاج لأحد المصانع ، فتجهز بنظام حماية متكامل يتكون من مجموعة من المتممات ويعمل كل متمم حسب الوظيفة التى خصص لها ، وهى فى العادة متممات كهرومغناطيسية ذو متمم واحد متعدد الوظائف – أو الكترونيا أو رقميا، ويحمى المحرك من مختلف الأعطال التى يمكن أن تحدث عليه وتتعرض المحركات لجملة من الأعطال يمكن ايجازها على النحو التالى :

- زيادة التيار
- انخفاض الجهد
- ارتفاع الجهد
- تتابع الأوجه

1- الحماية من زيادة التيار وإرتفاع درجة حرارة المحرك :

تصمم المحركات لتحمل مالا يزيد على (5%) فوق قدراتها الاسمية ، ويسبب زيادة الحمل ارتفاعاً فى درجات حرارة المحرك . ولذا يتم حماية المحرك بإستعمال متممات حساسة لإرتفاع درجة الحرارة المتسببة من زيادة الحمل ، ونظراً لعدم الحاجة لفصل دائرة المحرك فصلاً سريعا فى أثناء حدوث زيادة الحمل ، تستعمل المتممات الحرارية لفصل قاطع دائرة المحرك عندما ترتفع حرارة المحرك إلى درجة أعلى من قيمتها المقررة نتيجة لزيادة التيار عن المقرر .
ويوضح شكل (3-20) توصيلة المتممات الحرارية على التوالى مع كل وجه فى دائرة تغذية المحرك ، اذ أن فصل أحدها يفصل دائرة تغذية المحرك بفتح التلامس (جـ1) وفتح الدائرة الكهربية المغذية للملف (AB) يفصل تغذية المحرك من الشبكة .



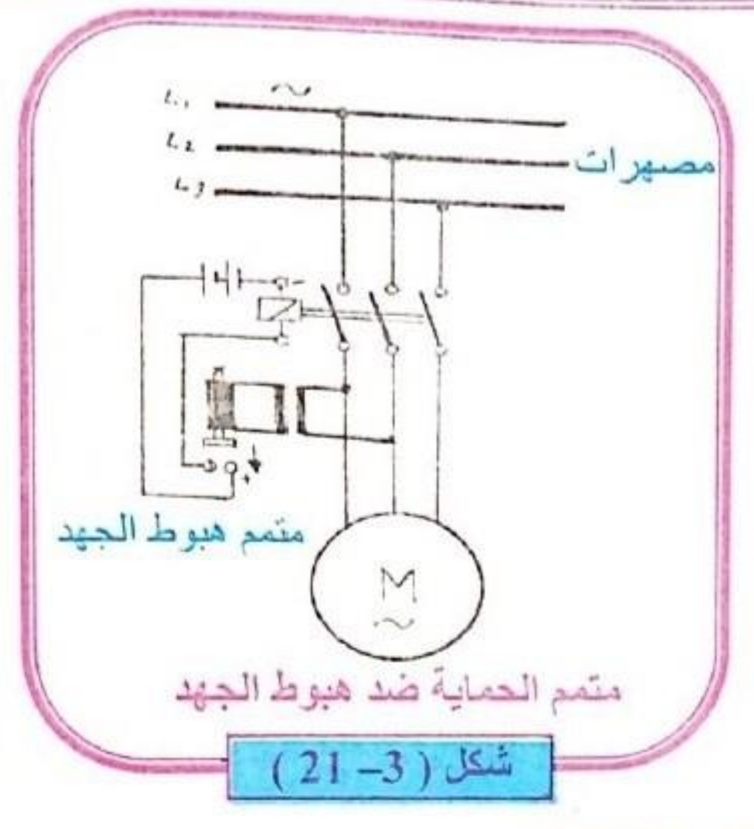
حماية المحرك بواسطة المرحلات الحرارية

شكل (3 - 20)

2 ـ حماية المحرك من انخفاض الجهد (الفولطية) :

يتناسب عزم دوران المحرك مع مربع الفلطية ، فعند تغذية المحرك بالجهد المقرر ، يمكن أن يعمل المحرك بكامل قدرته التصميمية ، وعند انخفاض الفولطية ينخفض عزم دوران المحرك ، فيحدث نقص فى سرعته وخاصة عندما يحمل المحرك حملاً يعادل قدرته مثل محرك يشغل مضخة مياه ، فإذا كان انخفاض الجهد كبيراً فإن المحرك لا يستطيع تشغيل المضخة فيسبب توقفا فجائيا لهذا المحرك ويزداد تيار الأوجه فى ملفاته ، وينتج عنه تلف ملفات المحرك ، لذلك يستعمل متمم انخفاض الجهد لفصل المحرك عن المنبع الكهربى حيث يضبط المتمم عند قيمة تتناسب وطبيعة عمل المحرك (0.8) من قيمة الجهد المقنن مثلا ، مع تأخير زمنى مناسب لكى لا يعمل المتمم كلما حدث عطل على الشبكة الكهربائية وانخفاض قيمة الجهد لفترة زمنية قصيرة أقل من ١ ثانية ، ويضبط متمم انخفاض الجهد عادة لفترة زمنية (2-3) ثانية .

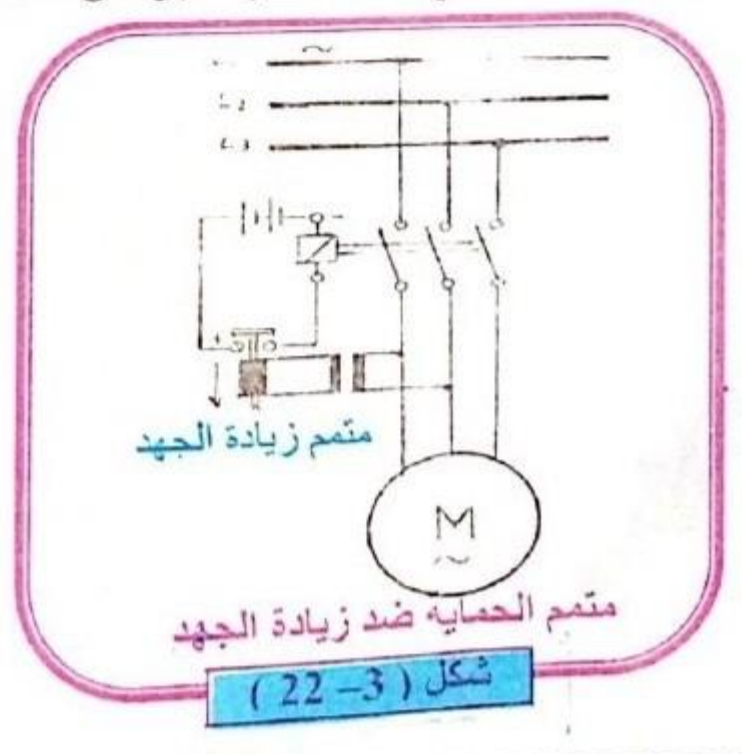
وشكل (3-21) يوضح متمم انخفاض الجهد اذ تسقط حافظة قلب المتمم الكهرومغناطيسى عند هبوط الجهد متممه دائرة ملف القاطع .



شكل (3- 21)

3- حماية المحرك ضد ارتفاع الجهد :

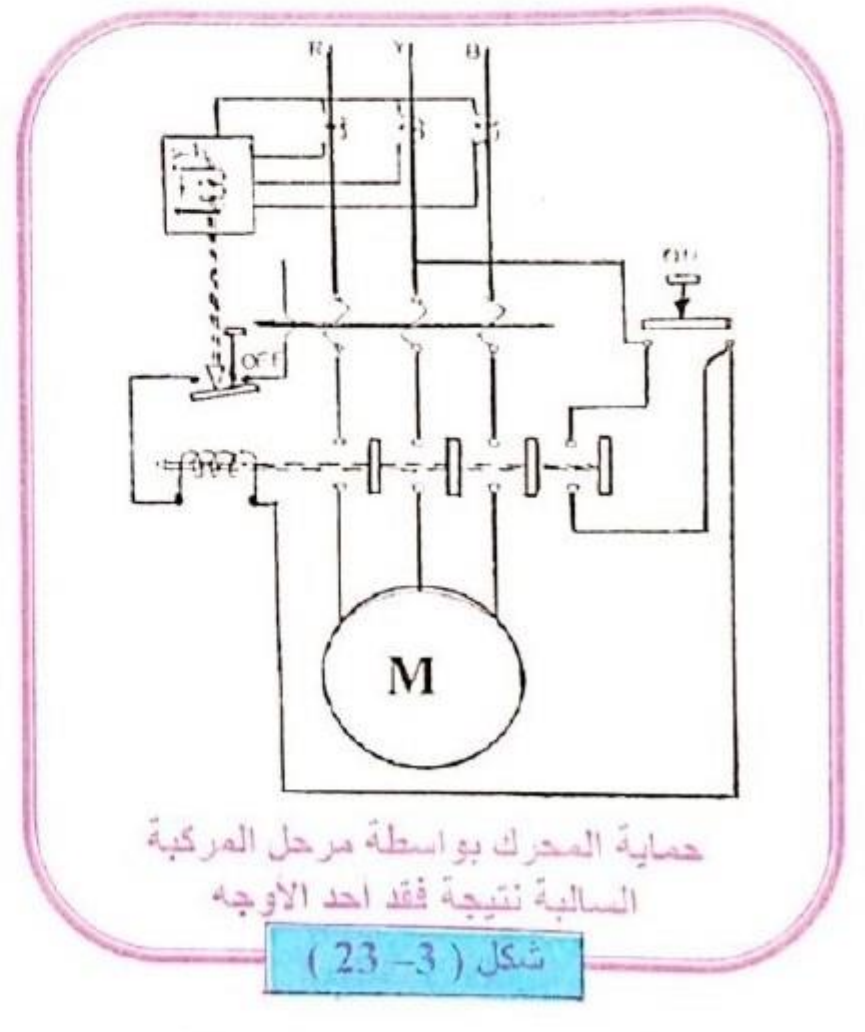
ارتفاع الجهد يؤدى إلى زيادة سرعة المحرك وعزمه عن المقنن ويسبب اضرار جسيمة لذلك يتم الاستعانة بمتمم كهرومغناطيسى ضد ارتفاع الجهد كما بشكل (3-22) عند ارتفاع الجهد المتمم يعمل على غلق دائرة ملف القاطع لفصل المحرك فوراً من الشبكة



شكل (3- 22)

4- حماية المحرك الاستنتاجى ضد عدم تتابع الأوجه أو فقد أحد الأوجه :

يسبب انقطاع أحد الأوجه ظهور عدم توازن فى تيارات الأوجه الثلاثة ، وفى هذه الحالة يمكن استعمال متمم حماية من عدم توازن الاحمال ويضبط المتمم على (25%) من التيار الأسمى ويوضح شكل (3-23) الدائرة الكهربية للحماية من فقد أحد الأوجه .
ويستعمل تأخير زمنى كاف للمتمم لكى يسمح بعمل الحمايات الرئيسية لشبكة التغذية ضد الاعطال . ويفصل المتمم المتصل بمحول التيار المتزن دائرة المحرك فى أثناء فقد أحد الأوجه .



حماية المحرك بواسطة مرحل المركبة السالبة نتيجة فقد احد الاوجه

شكل (3- 23)

5- حماية المحرك الاستنتاجى ضد إنعكاس تتابع الأوجه :

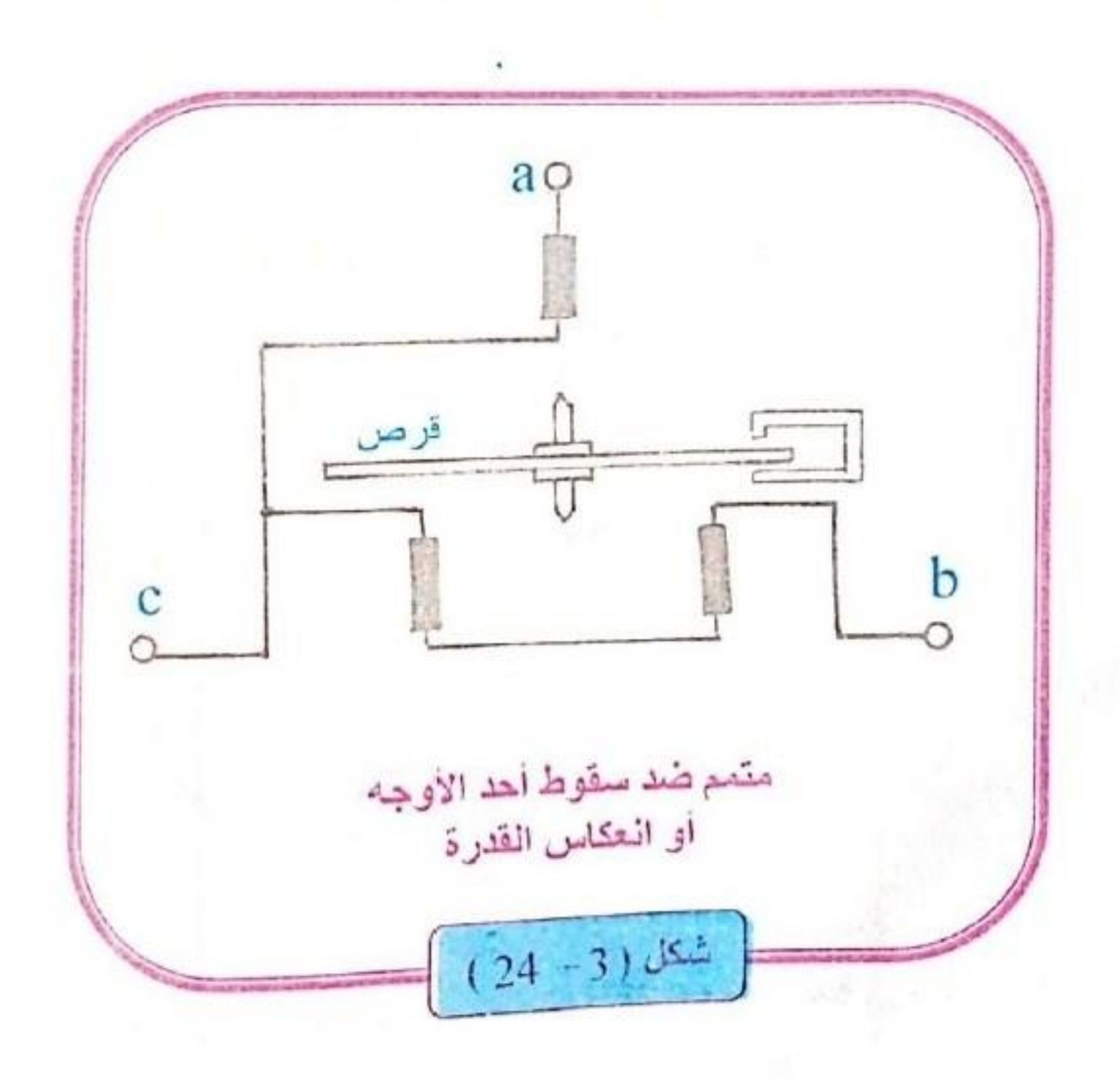
حيث أن اتجاه دوران المحرك يتغير اذا تتابع الأوجه تغير فإنه يلزم حماية المحرك من تغيير دورانه .
المتمم الاستنتاجى ذو القرص يستخدم لحماية المحرك فى حالة سقوط أحد الأوجه أو إنعكاس الأوجه .
نظام الحماية بإستخدام هذا المتمم موضح بشكل (3-24) .

عزم التشغيل لهذا المتمم يتناسب مع حاصل ضرب جهدى وجيب الزاوية بينهما وفى هذه الحالة ثلاث حالات :

أ- الأوجه الثلاثة موجودة ولها نفس التتابع ، القرص سوف يدور فى اتجاه معين ويغلق نقط التلامس لتشغيل المحرك .

ب-الأوجه الثلاثة موجودة ومنعكسة التتابع ، القرص سوف يدور فى اتجاه عكس الاتجاه الأول ويغلق نقطتى تلامس أخرين لتصحيح تتابع الأوجه عن طريق قاطع أخر ثم تشغيل المحرك .

جـ - أحد الأوجه غير موجود وبالتالى لن يدور القرص .



متمم ضد سقوط أحد الأوجه
أو انعكاس القدرة

شكل (3 - 24)

أسئلة على المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه

1- اذكر تركيب المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه بنوعي
2- ارسم الدائرة الكهربية للعضو الدائر الملفوف ذي حلقات الانزلاق
3- عرف المجال الدائر؟ وكيف نحصل عليه في دوائر الثلاث أوجه؟
4- قارن بين المحرك الاستنتاجي الثلاثي الأوجه ذو حلقات الانزلاق والمحركات ذات قفص السنجاب
5- اشرح مع الرسم كيف ينشأ عزم الدوران في المحركات الاستنتاجية ذات الثلاثة أوجه
6- اشرح مع الرسم تركيب المحرك الاستنتاجي الثلاثي الأوجه ذو عضو دائر ملفوف
7- عرف كلا من : الانزلاق – سرعة الانزلاق
8- متى يكون الانزلاق مساويا للصفر أو 100% ؟
9- محرك حثي ثلاثي الأوجه ، سرعته 1425 لفة/د يعمل على تيار متردد – تردده 50 Hz فإذا علمت أن عدد أقطابه 4 قطب إحسب كلا من :
أ – سرعة الانزلاق ب - الانزلاق
10- محرك حثي يعمل على تيار تردده 50 Hz وسرعة الانزلاق له 75 لفة/د .
إحسب سرعتي المجال الدائر والعضو الدائر وعدد الأقطاب للمحرك اذا علمت أن الانزلاق 5%
11- احسب الانزلاق لمحرك إستنتاجي ذو 6 قطب اذا كانت سرعة العضو الدائر 960 لفة/د وتردد المصدر 50 Hz
12- ما تأثير الانزلاق على تردد العضو الدائر للمحرك الاستنتاجي ؟ اذكر العلاقة بين الانزلاق وتردد العضو الدائر .
13- ما تأثير الانزلاق على كل من التيار وعزم الدوران في المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه ؟ ومتى نحصل على أكبر عزم بدء ؟
14- كيف يمكن عكس حركة المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه ذو قفص سنجاب مع التوضيح بالرسم ؟
15- اذكر طرق بدء حركة المحركات الاستنتاجية
16- اذكر طرق تغيير سرعة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه
17- نسبة الانزلاق في المحرك الاستنتاجي عند بدء الحركة يكون:
(0 - 100% - 5%) اختر الاجابة الصحيحة
18- اذكر ثلاث طرق لتغيير سرعة المحرك الاستنتاجي الثلاثي الأوجه
19- كيف تتم حماية المحرك الاستنتاجي من خطر زيادة التيار
20- كيف تتم حماية المحرك الاستنتاجي من خطر إنخفاض الجهد

الباب الرابع

المحركات الاستنتاجية الخطية
Linear Induction Motors

يحتوى هذا الباب على :

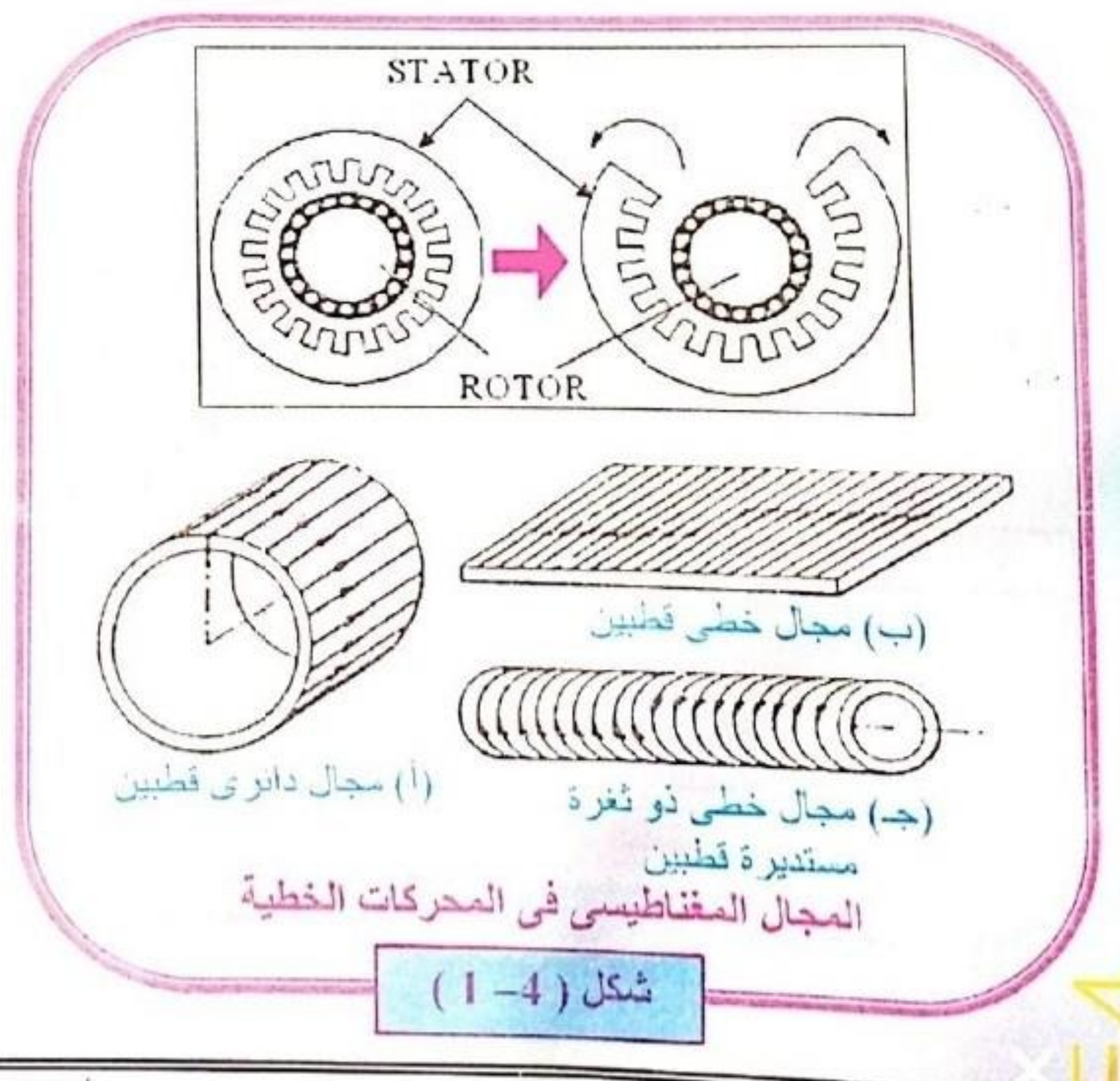
1-4	مقدمة
2-4	تركيب المحرك الخطى
3-4	أنواع المحركات الخطية
4-4	نظرية العمل على سرعة المحرك الخطى التوافقى
5-4	تطبيقات على المحركات الخطية (الطلمبات الكهرومغناطيسية – المونوريل(المحرك الخطى المعلق))

4- 1 مقدمة :

المحرك الاستنتاجى الخطى هو محرك تيار متردد بدلا من أن يكون خرجه عزم يمكنه انتاج قوة خطية بقوة النيوتن

المحرك الخطى يعطى حركة مستقيمة نحتاج إليها فى كثير من العمليات التى لا تستطيع المحركات الدورانية العادية من تأديتها مثل طلمبات سوائل المعادن المنصهرة ومبردات المفاعلات الذرية والقطارات الكهربية ذات السرعات العالية . التى لا تسير على عجلات .

فإذا أفردنا محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه (العضو الثابت والعضو الدائر سواء أكان من النوع الملفوف أو ذو قفص السنجاب) فإننا نحصل على محرك استنتاجى خطى ويوضح شكل (4-1-أ) المجال الدائرى قبل عملية الفرد أما شكل (4-1- ب) فيوضح المجال الدائر لمحرك خطى ذو قطبين من النوع المسطح والشكل (4-1- جـ) يوضح المجال الدائر لمحرك خطى ذى ثغرة هوائية مستديرة .



المجال المغناطيسى فى المحركات الخطية

شكل (4- 1)

4- 2 تركيب المحرك الخطى :

يتركب المحرك الخطى مثل المحرك الاستنتاجى السابق شرحه من عضوين أساسيين هما :

1- العضو الثابت
2- العضو الدائر

وقد يكون العضو الثابت هو المتصل بالمصدر الكهربى أو قد يكون العضو المتحرك حسب نوع المحرك ولذلك يسمى العضو المتصل بالمصدر الكهربى (العضو الابتدائى) والعضو الأخر سواء كان ثابت أو متحرك (العضو الثانوى) .
وقد يكون تركيب وشكل كل عضو حسب نوعه والغرض منه .

4 – 3 أنواع المحركات الاستنتاجية الخطية :

يمكن تقسيم المحركات الخطية من ناحية نوع الثغرة الهوائية (مسطحة أو مستديرة) إلى نوعين :

1- محركات الثغرة الهوائية المسطحة ويوضحها شكل (4-2- أ)
2- محركات الثغرة الهوائية المستديرة ويوضحها شكل (4-2- ب)



(أ) ذات الثغرة الهوائية المسطحة

(ب) ذات الثغرة الهوائية المستديرة

محركات التيار المتردد الخطية

شكل (4– 2)

أولاً : أنوع المحركات الخطية ذات الثغرة الهوائية المسطحة :

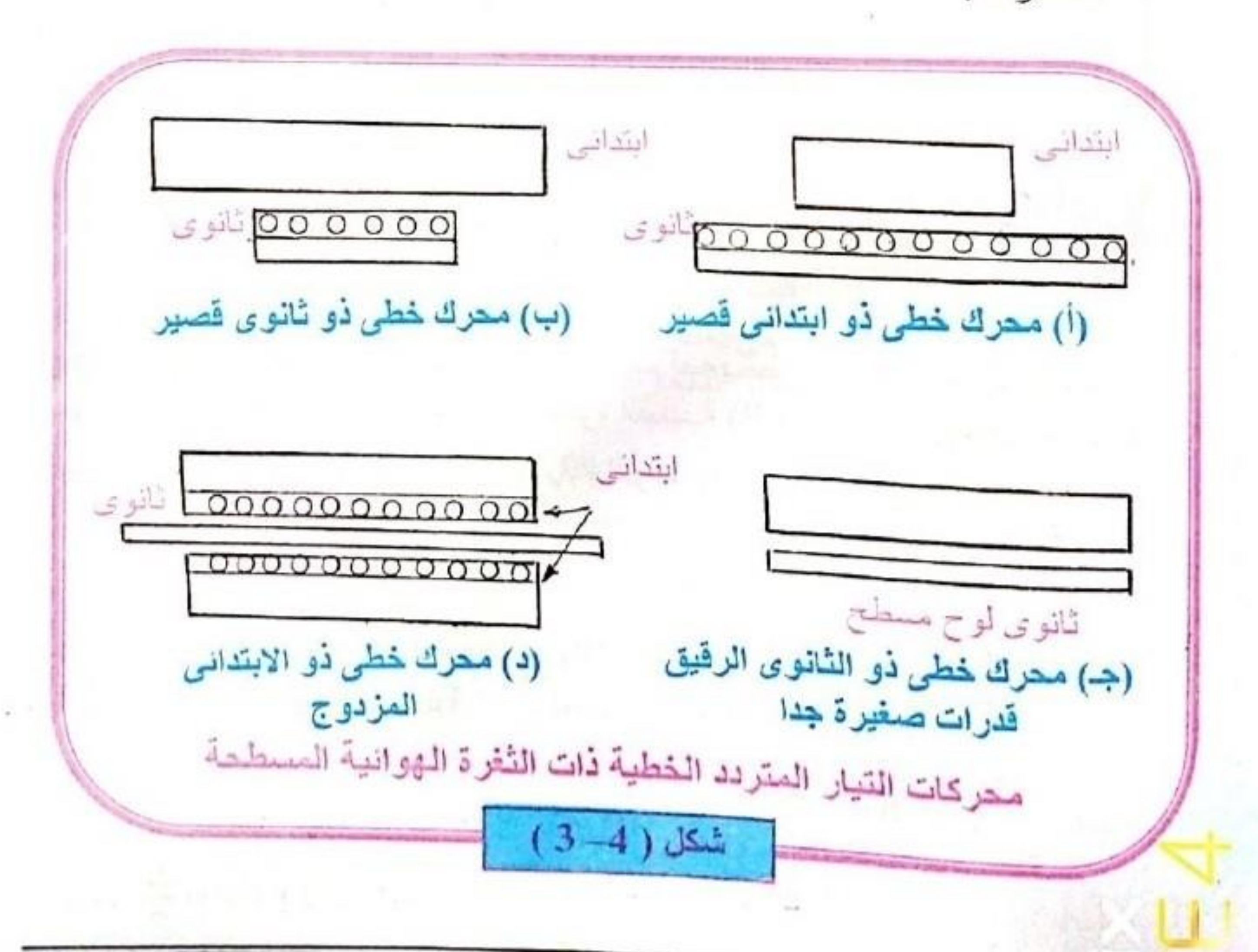
يوجد (4) أنواع شهيرة هى :

1- ذو الجزء الابتدائى القصير ويتكون الثانوى من قفص سنجاب طويل مسطح ويستخدم هذا النوع شكل (4- 3- أ) عندما تكون مسافات العمل طويلة حيث يكون غير اقتصادى لو تم لف الجزء الابتدائى بطول المسافة .

2- ذو الجزء الثانوى القصير حيث يكون العضو الثانوى قفص سنجابى قصير. يستخدم هذا النوع من المحركات الخطية فى المسافات المحدودة شكل (4-3-ب)

3- ذو الجزء الثانوى الرقيق شكل (4-3- جـ) ويستخدم فى المحركات الصغيرة

4- ذو الجزء الابتدائى المزدوج شكل (4-3- د) ويستخدم هذا النوع اذا كانت الثغرة الهوائية كبيرة ، حيث يعمل كل جزء ابتدائى مع سطح الجزء الثانوى المقابل له كمحرك خطى وبذلك تنتج قوى تجاذب ضخمة تعمل على تحريك الجزء المتحرك .



(أ) محرك خطى ذو ابتدائى قصير

(ب) محرك خطى ذو ثانوى قصير

(جـ) محرك خطى ذو الثانوى الرقيق قدرات صغيرة جدا

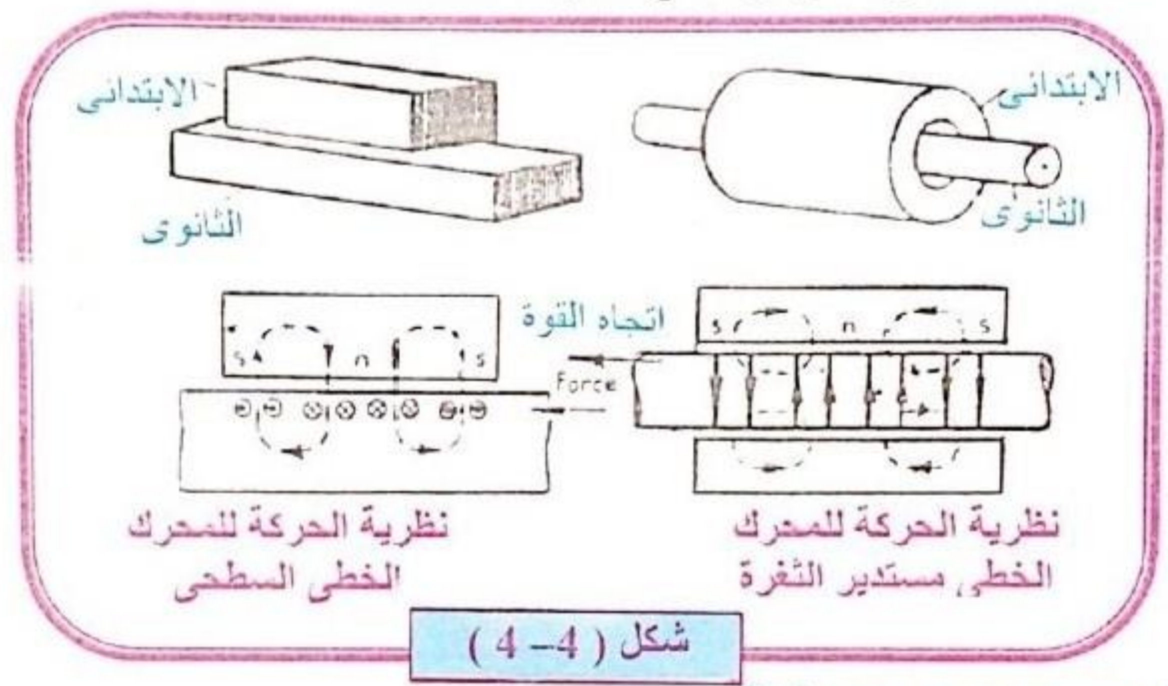
(د) محرك خطى ذو الابتدائى المزدوج

محركات التيار المتردد الخطية ذات الثغرة الهوائية المسطحة

شكل (4- 3)

4 – 4 نظرية عمل المحرك الخطى :

عند توصيل الجزء الابتدائى بمصدر التيار المتردد ينشأ مجال مغناطيسى يعبر الثغرة الهوائية ويقطع ملفات العضو الثابت فينتج بها تيار مستنتج يعمل على توليد مجال مغناطيسى يتفاعل مع المجال الأصلى وتنشأ قوى تجاذب بين الأقطاب المغناطيسية تدفع العضو المتحرك ويوضح شكل (4-4) إتجاه الحركة للجزء الثانوى الحر الحركة فى كلا النوعين : مستدير الثغرة ومسطح الثغرة .



شكل (4 -4)

سرعة المحرك الخطى التوافقية :

يجب معرفة أن هذا النوع من المحركات يتم لفه بخطوة قطبية تساوى نصف طول موجه تيار المصدر ، فإذا رمزنا للخطوة القطبية Pole Pitch (P.P) وطول موجه تيار المصدر المغذى للمحرك بالرمز λ والتردد بالرمز f فإن :

$$\lambda=2\ P.P \qquad , \ P.P=\frac{\lambda}{2}$$

وسرعة التردد الزاوية لتيار المصدر $\omega\ \omega=2\pi f$

فتكون السرعة الخطية التوافقية (n_s) تعطى من المعادلة الآتية :

$$n_s=\omega.\frac{P.P}{\pi}=2\pi f.\frac{P.P}{\pi}=2\pi f\times\frac{\lambda}{2\pi}=f\lambda$$

$$n_s=f.\lambda$$

حيث $\pi=\frac{22}{7}$ ، f تردد المصدر

مثال (4-1)

محرك خطى تردده 50 Hz يغذى من مصدر له طول الموجه واحد متر . أوجد السرعة الخطية التوافقية .

الحـــل

$n_s = f.\lambda = 1 \times 50 = 50\ m/\sec$ (متر / ثانية)

لتحويلها إلى كيلو متر/ ساعة نضرب فى معامل التحويل $\frac{18}{5}$

$n_s = 50 \times \frac{18}{5} = 180\ Km/hr$ (كيلو متر/ ساعة)

مشاكل المحركات الخطية Linear Induction Motor Problems

تعانى صناعة المحركات الخطية من بعض المتاعب أهمها :

1- ضرورة إحكام وضع العضو المتحرك بالنسبة للعضو الثابت وعدم السماح بإنفلاته بسبب قوة الدفع المغناطيسية
2- ضرورة توافر وسيلة آمنة للتغذية بالتيار اذا كان العضو المتحرك هو الابتدائى
3- يتحكم فى التصميم العامل الاقتصادى ومسافة التحرك وظروف التشغيل

4 – 5 تطبيقات على المحركات الخطية :

اولا : الطلمبات الكهرومغناطيسية :

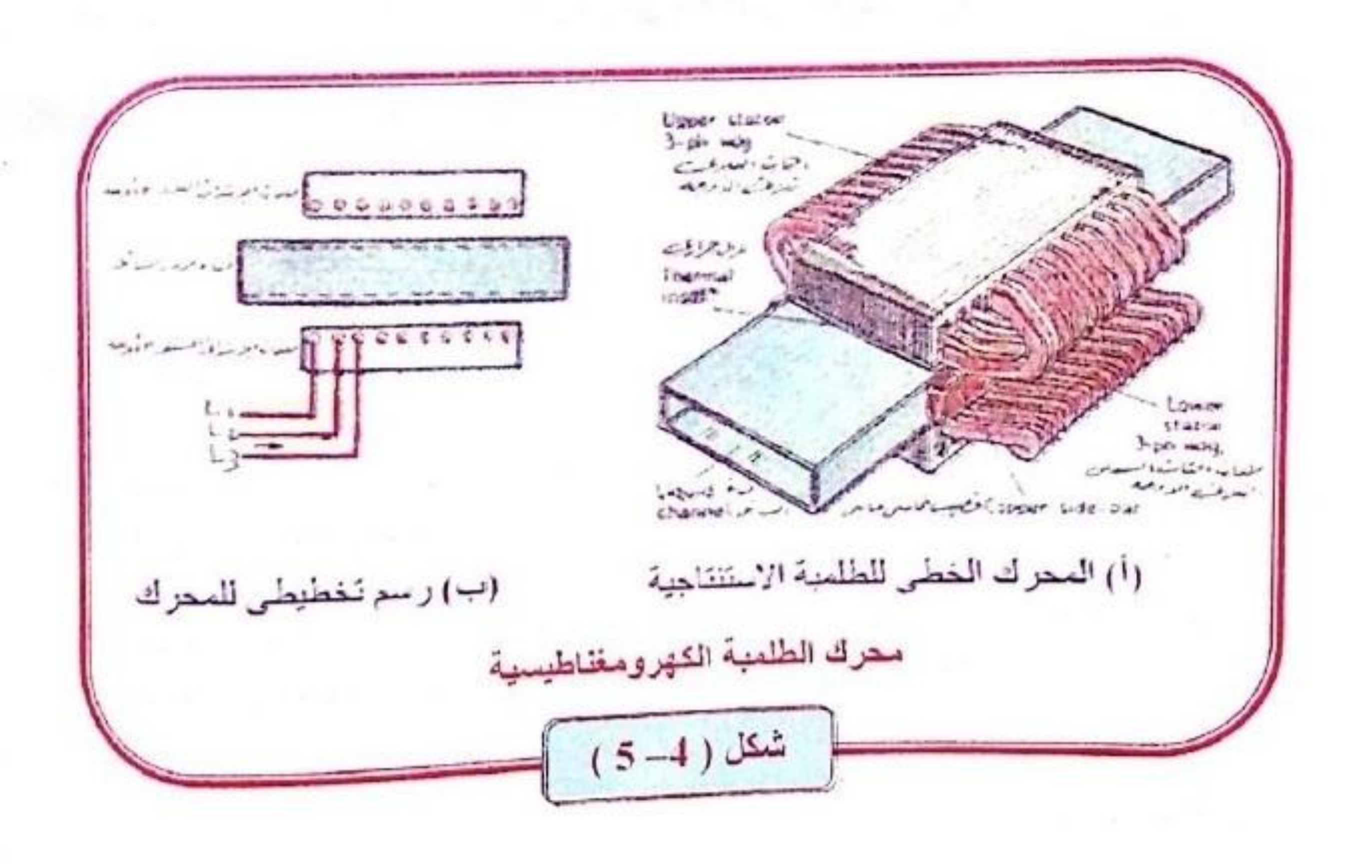
التركيب :

يتركب هذا النوع من الطلمبات الكهرومغناطيسية من :

أ- العضو الابتدائى ويتكون من جزئين متصلين بالمصدر ثلاثى الأوجه

ب-العضو الثانوى ويتكون من قناه مستطيلة الشكل من الصلب معزولة بعزل حرارى بينها وبين عضوى الابتدائى ، مركب عليها قطبين من النحاس ويوضح شكل (4-5) هذا النوع

شكل (4-5-أ) يوضح تركيب المحرك الخطى للطلمبة الاستنتاجية بينما يوضح شكل (4-5-ب) الرسم التخطيطى لها .



(أ) المحرك الخطى للطلمبة الاستنتاجية　　　(ب) رسم تخطيطى للمحرك

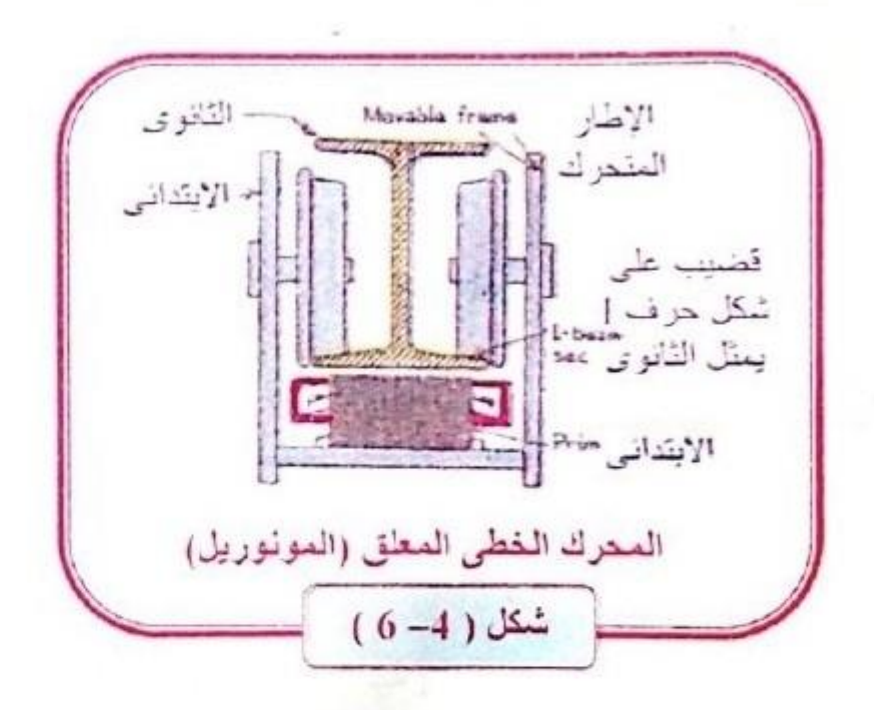
محرك الطلمبة الكهرومغناطيسية

شكل (4– 5)

المحرك الخطى فى وسائل النقل Traction Linear Motors

1- المحرك الخطى المعلق (المونوريل)

يتركب من عضو ابتدائى مفرد عند طرفى الخط (المسافة بين النهايتين) حيث يغذى بمنبع تيار متردد ثلاثى الأوجه ، بينما يمثل العضو الثانوى القضيب على شكل حرف I معلق كما هو موضح فى شكل (4-6) ويسمى العضو الثانوى I قضيب التفاعل يركب فى وسط مسار المركبة تستحث الموجه المغناطيسية المتحركة تيار كهربى فى قضيب التفاعل وينتج عن التيار المستحث مجال مغناطيسى أخر يدفع فى اتجاه مضاد للموجه المغناطيسية الصادرة من المغناطيسيات الكهربائية وهذا الدفع يؤدى إلى تحريك عربة (المونوريل) وتتناسب السرعة طرديا مع تردد الموجه المغناطيسية المتحركة .



المحرك الخطى المعلق (المونوريل)

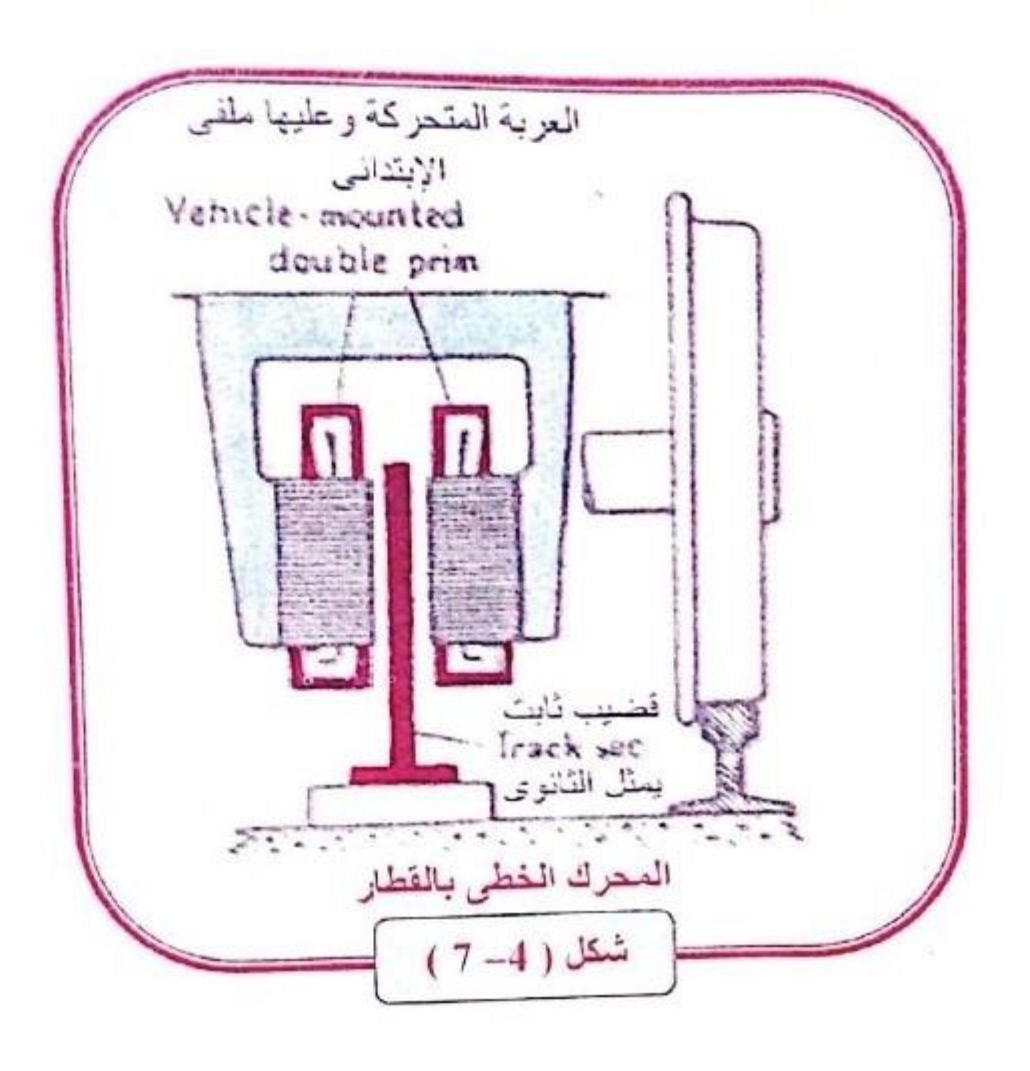
شكل (4- 6)

2- المحرك الخطى بالقطار :

ويتركب هذا المحرك من :

أ- العضو الابتدائى والذى يتركب من العربة المتحركة التى تركب بدورها من جزئين كل منهما مكون من القلب الحديدى والمخدات التى تتصل بمصدر تيار ثلاثى الأوجه

ب-العضو الثانوى ويتكون من قضيب على شكل ⊥ كما هو موضح بشكل (4-7).



المحرك الخطى بالقطار

شكل (4- 7)

استخدامات المحركات الخطية :

تستخدم المحركات الخطية فى المجالات الآتية :

1- رفع سوائل المعادن (مثل مصهور الصوديوم والبوتاسيوم وسبائكهما) وسائل تبريد المفاعلات الذرية بإستخدام الطلمبات الكهروحرارية .
2- إعطاء الحركة لقاطرات السكك الحديدية ذات السرعات العالية وكذلك الأوناش المعلقة .
3- تحريك الأوناش ذات الحركة الأوفقية فى المصانع .
4- فى إدارة السلالم والطرق المتحركة .
5- فى عمليات تقليب المعادن المنصهرة داخل البوتقة أو أفران الصلب .

أسئلة على المحرك الاستنتاجى الخطى

1- ما هو المحرك الخطى ؟
2- ما أنواع المحرك الخطى ؟
3- أذكر مع الرسم أنواع المحركات الاستنتاجية الخطية مع ذكر استخدام كل منها
4- أشرح نظرية عمل المحرك الخطى
5- اشرح مع الرسم تركيب الطلمبة الاستنتاجية الخطية
6- أوجد السرعة التوافقية لقطار خطى يعمل على تردد 50 Hz وطول الموجه لتيار المصدر 2 متر
7- اشرح مع الرسم تركيب القطار السريع الذى يعمل كمحرك استنتاجى خطى
8- اشرح مع الرسم المحرك الخطى المعلق (المونوريل)
9- فيما تستخدم المحركات الخطية ؟
10- اذكر متاعب المحركات الخطية الاستنتاجية
11- اشرح مع الرسم المحرك الخطى مزدوج الجانبين وفيما يستخدم
12- ما الفرق بين المحرك الخطى ذو الثغرة الهوائية المسطحة والمحرك الخطى ذو الثغرة الهوائية الأنبوبية – وضح اجابتك بالرسم
13- هناك ثلاث أشكال للمحرك الخطى ذو الثغرة الهوائية المسطحة – اذكر مع الرسم هذه الأشكال

الباب الخامس

محركات الوجه الواحد
Single Phase Motors

يحتوى هذا الباب على :

1-5 المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد
(تركيب وخواص كل منها – عكس حركتها)
أ- محرك استنتاجى ذو وجه واحد مشطور
ب- محرك استنتاجى ذو مكثف بدء – مكثف بدء ومكثف تشغيل .
جـ - محرك استنتاجى ذو قطب مظلل
د- مميزات وعيوب المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد

2-5 أسئلة على المحركات الاستنتاجية احادية الوجه

3-5 المحركات ذات عضو التوحيد
التركيب – نظرية التشغيل – عكس الحركة – مزايا وعيوب كل من المحركات التالية:
أ – محرك التوالى
ب – المحرك التنافرى (المحرك التنافرى البدء استنتاجى الحركة – المحرك التنافرى الاستنتاجى)
جـ - المحرك العام

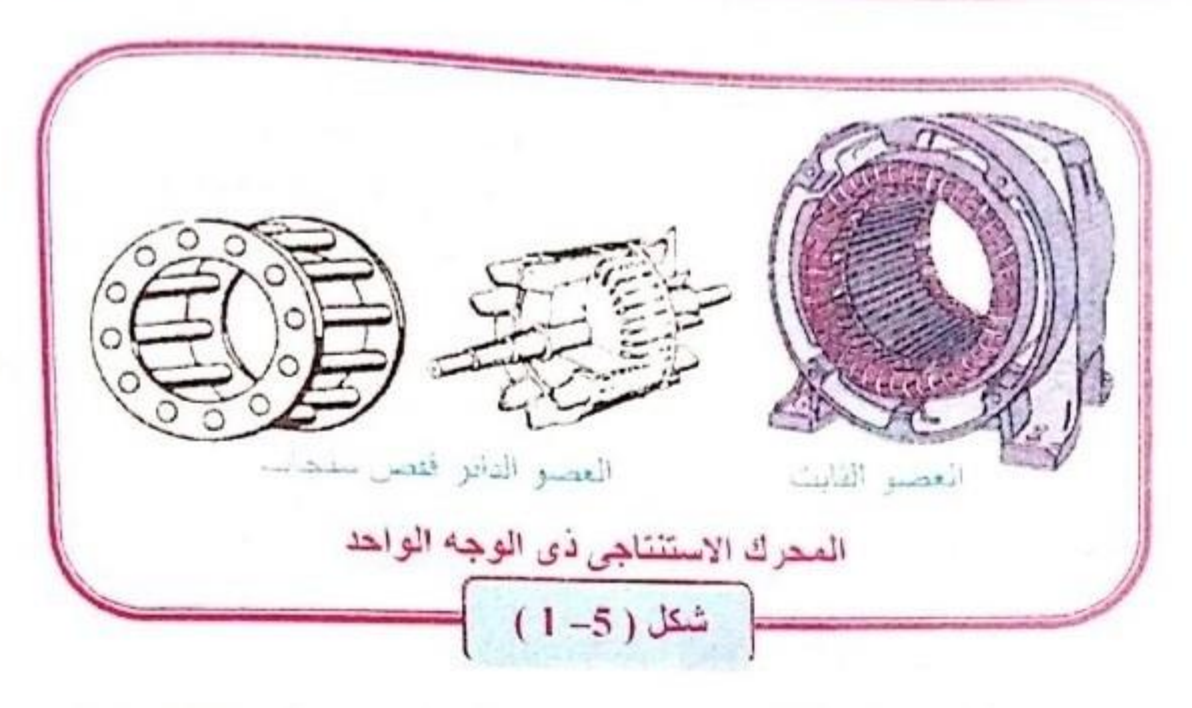
4-5 أسئلة على المحرك ذات عضو التوحيد

5- 1 المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد :

جدير بالذكر أن هناك تصميمات مختلفة من المحركات ذات القدرة التى لا تزيد عن واحد حصان لتناسب تطبيقات مختلفة كثيرة . ويعرف هذا النوع من المحركات بمحركات القدرة الحصانية الكسرية (أى أن قدرته لا تزيد عن واحد حصان).
تعتبر المحركات إحادية الوجه من أكثر أنواع المحركات استعمالاً فى الاستخدامات الصناعية والمنزلية فعلى سبيل المثال نجد أنها تستخدم فى المثاقب اليدوية الكهربية والمكانس الكهربية والخلاطات والمراوح والغسالات والثلاجات وأجهزة التكييف ..الخ
ويمتاز تصميم هذا المحرك بأنه يعمل على التيار المتردد أحادى الوجه (Single Phase) والذى يستخدم فى شبكات الكهرباء العامة المغذية للمبانى وذلك عند ترددات قياسية . كما يمتاز هذا النوع من المحركات بإمكانية الاعتماد عليه ومن ناحية أخرى سهولة صيانته وقلة تكلفته .
وكما سبق أن ذكرنا أن المجال الدائر لا يتولد إلا من تيار متردد متعدد الأوجه وللحصول على المجال الدائر فى هذه المحركات يلزم عمل وجه (ملف) آخر ينشأ عنه مجال مغناطيسى يتأخر أو يتقدم بزاوية 90^{o} لكى يستطيع المحرك بدء حركته من تلقاء نفسه بدون وسيلة خارجية . وبعد دوران المحرك يفصل هذا الوجه المساعد .
وتوجد عدة طرق لتوليد المجال الدائر والتى يتحدد نوع المحرك تبعاً لها .
ومن ذلك نجد أن الدائرة المكافئة لمحرك الوجه الواحد ستكون هى الدائرة المكافئة للمحرك الإستنتاجى ثلاثى الأوجه تماماً .

تركيب المحرك الاستنتاجى ذى الوجه الواحد :

تتكون المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد من عضو ثابت وعضو دوار .
والعضو الدوار هو قفص سنجابى تركيبه مثل تركيب القفص السنجابى المستخدم فى المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه السابق شرحه .
والعضو الثابت مكون من هيكل خارجى تثبت فيه رقائق معزولة من الصلب السليكونى بها مجارى توضع فيها ملفات المحرك . وللمحرك الاستنتاجى احادى الوجه ملفان :
ملف خاص ببدء حركة المحرك (أو الملف المساعد) وهو يشغل $\frac{1}{3}$ عدد المجارى
وملف التشغيل (أو الملف الرنيسى) وهو يشغل $\frac{2}{3}$ عدد المجارى وتوضع هذه الملفات فى المجارى بحيث تكون الزاوية بين ملف بدء الحركة وملف التشغيل 90^{O} (درجة كهربية) . ويوضح شكل (5-1) العضو الثابت والعضو الدائر للمحرك الاستنتاجى ذى الوجه الواحد .



المحرك الاستنتاجى ذى الوجه الواحد

شكل (5- 1)

وعلى حسب نوع المحرك الاستنتاجى احادى الوجه فإن ملف بدء الحركة قد يظل موصلا إلى المصدر أثناء التشغيل وقد ينفصل بعد وصول المحرك إلى سرعة قريبة من سرعة التشغيل المستقر وتكون تلك السرعة التى ينفصل عندها حوالى 75% من سرعة التشغيل .

نظرية عمل المحرك الاستنتاجى احادى الوجه :

عند توصيل أطراف المحرك الاستنتاجى أحادى الوجه إلى مصدر جهد وجه واحد فإنه يمر تيار فى ملف بدء الحركة (أو الملف المساعد) وكذلك يمر تيار فى ملف التشغيل (أو الملف الرئيسى) وينتج عن الملفين مجال مغناطيسى دوار يؤثر على قضبان العضو الدائر مما يؤدى إلى مرور تيارات بها .

ويتفاعل المجال الناشئ عن تيارات قضبان العضو الدائر مع المجال المغناطيسى الدوار الناتج من ملفات العضو الساكن وينتج من ذلك عزم يتسبب فى إدارة المحرك . وتكون سرعة دوران المجال المغناطيسى الدوار الناتج فى المحرك هى السرعة التزامنية والتى يمكن الحصول عليها بنفس الطريقة التى استخدمت فى المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه.
أى أن السرعة التزامنية للمحرك الاستنتاجى احادى الوجه هى :

$$n_s = \frac{60\,f}{P} \qquad \text{rpm}$$

ويتحدد نوع المحرك الاستنتاجى احادى الوجه طبقاً للطريقة التى تستخدم لبدء حركة المحرك .

وتنقسم المحركات الاستنتاجية احادية الوجه طبقاً لذلك إلى عدة أنواع تفاصيلها فيما يلى:

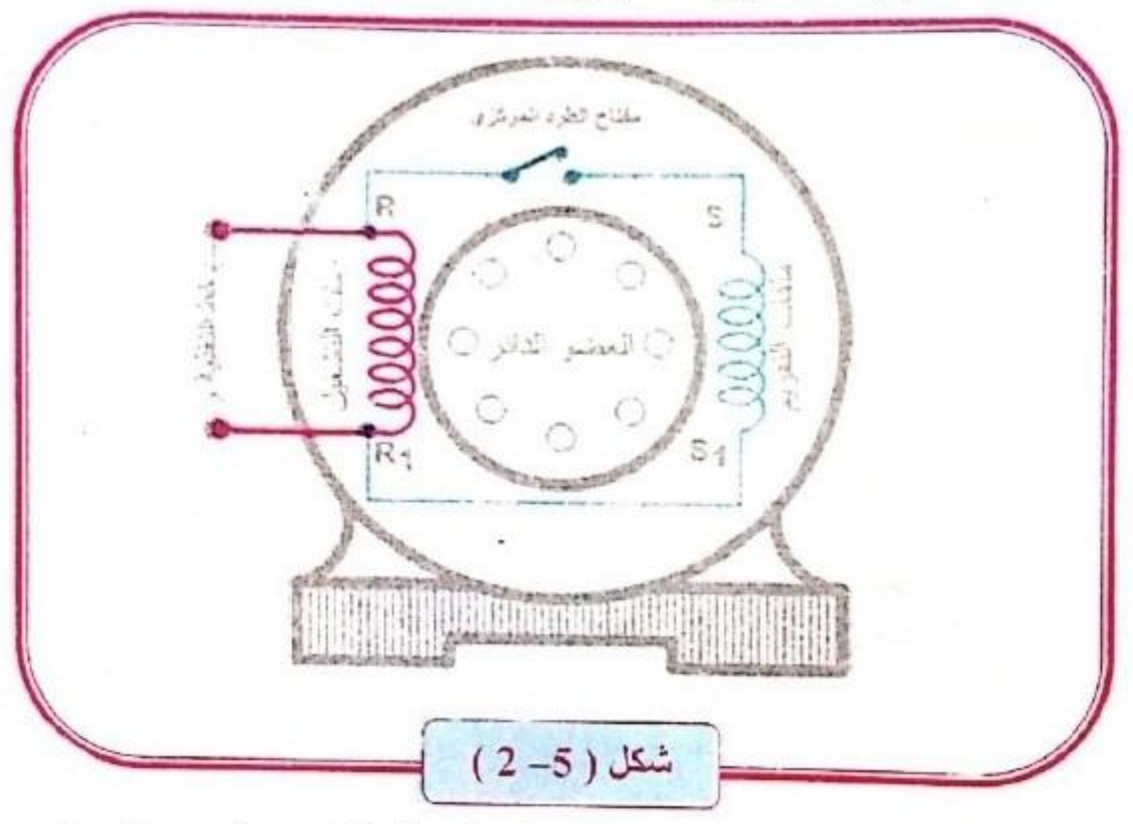
أ – محرك استنتاجى ذو وجه واحد مشطور (مشقوق) Slit Phase

تركيبه :

يتركب هذا المحرك مثل المحرك الاستنتاجى ذو الثلاثة أوجه قفص السنجاب حيث يتركب كما فى شكل (5-2) من الآتى :

1- العضو الثابت : ويحتوى على :

أ – الهيكل الخارجى : ويصنع من الحديد الزهر أو الالومنيوم المسبوك وفائدته حمل رقائق العضو الثابت ولا يمر به أى تدفق مغناطيسى .



شكل (5– 2)

ب – رقائق العضو الثابت : تصنع من رقائق الصلب السليكونى على هيئة دوائر معزولة عن بعضها بالورنيش وتجمع على هيئة اسطوانة مفرغة من الداخل حيث يعمل فى محيطها الداخلى مجارى لوضع الموصلات بعد عزلها .

جـ - الملفات : يوجد نوعين من الملفات على محيط العضو الثابت هما :

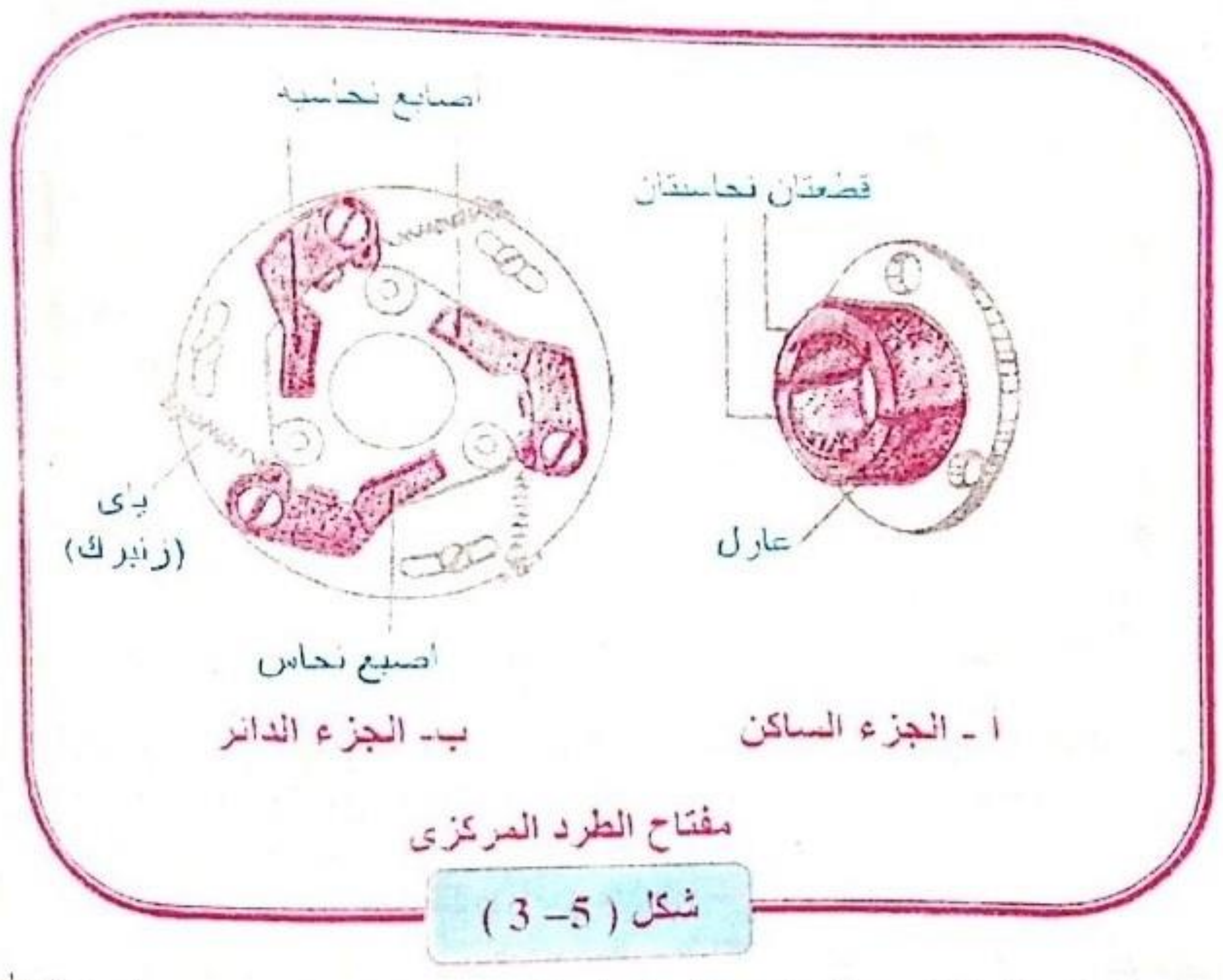
- **ملفات التشغيل :** تصنع من النحاس المعزول وهى تحتل ثلثى $(\frac{2}{3})$ عدد مجارى العضو الثابت .
- ملفات البدء (التقويم) : وتصنع أيضا من النحاس المعزول تكون مجموعة وجه ثانى وتحتل ثلث $(\frac{1}{3})$ عدد مجارى العضو الثابت . بحيث تكون زاوية الوجه بينها وبين ملفات التشغيل 90^{o} كهربية وتكون مساحة مقطعها صغير بالنسبة

لملفات التشغيل وتفصل بعد دوران المحرك وبلوغ سرعته 75% من السرعة المقننه بواسطة مفتاح الطرد المركزى الذى يتصل بملفات البدء على التوالى

2- **العضو الدائر :** على شكل قفص سنجاب تماما كما فى المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه . سبق شرحه

3- مفتاح الطرد المركزى Centrifugal Switch

فائدته : فصل ملفات البدء بعد وصول المحرك إلى 75% من سرعته المقررة .
تركيبه كما فى شكل (5-3) من جزئين أساسيين :



مفتاح الطرد المركزى
شكل (5- 3)

أ- **الجزء الساكن :** ويتكون من نصفى إسطوانة معزولتين عن بعضهما من النحاس الأحمر مثبتتين على الوجه الداخلى للغطاء الجانبى الأمامى وتكون نقطة التوصيل الثابتة للمفتاح شكل (5-3- أ) .

ب- **الجزء المتحرك :** ويتكون من ثلاث أصابع من النحاس تحيط بالجزء الساكن وترتكز عليه أثناء بدء الدوران وهو يمثل نقطة التوصيل المتحركة شكل (5-3- ب) .

كيفية عمل مفتاح الطرد المركزى :

فى لحظة بدء الحركة تتصل ملفات البدء بالدائرة عن طريق المفتاح وبعد أن تصل سرعة المحرك إلى 75% من السرعة المقررة تبتعد الأصابع النحاسية بفعل القوة الطاردة المركزية وضد جذب الياى مسببة فصل ملفات البدء.

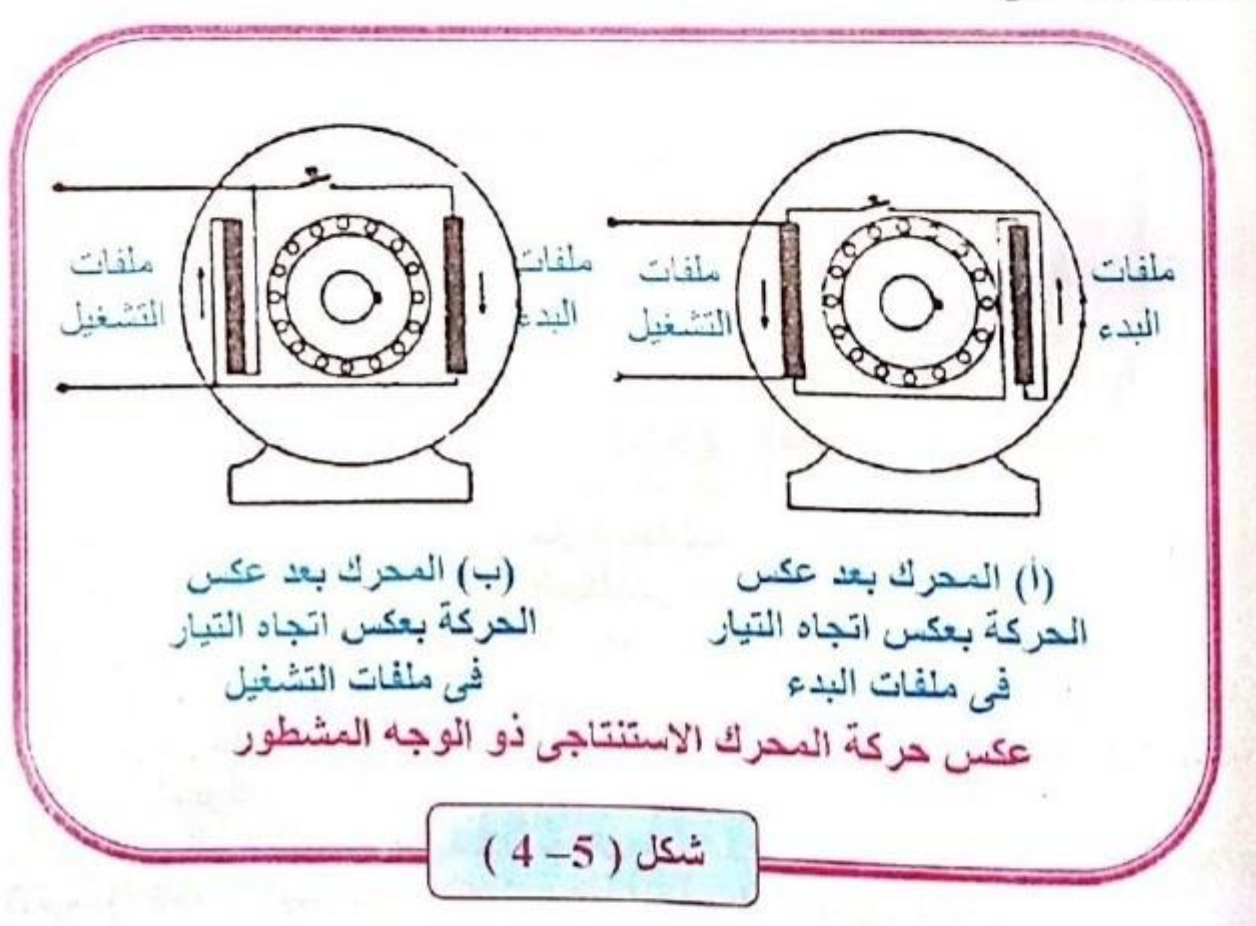
هذا وقد يستبدل مفتاح الطرد المركزى بمتمم ذو تأخير زمنى حيث يسمح بتوصيل ملفات البدء لفترة زمنية تكون كافية لبلوغ المحرك لسرعته المقررة ثم يفصل دائرة ملفات البدء .

نظرية تشغيل المحرك الاستنتاجى ذو الوجه المشطور :

عند توصيل المحرك بالدائرة ينشأ عن مرور التيار فى ملفات التشغيل والبدء مجال مغناطيسى دائر ضعيف يقطع ملفات العضو الدائر مسببا تولد (ق.د.ك) مستنتجه ينتج عنها مجال مغناطيسى يتفاعل مع المجال الدائر مسببا مجال مغناطيسى محصل يعمل على دوران العضو الدائر للمحرك وعند بلوغ سرعة المحرك 75% من سرعته تنفصل ملفات البدء ويستمر المحرك فى الدوران .

عكس حركة المحرك الاستنتاجى ذو الوجه المشطور :

يمكن أن تعكس حركة المحرك الاستنتاجى ذو الوجه المشطور بعكس إتجاه المجال الدائر والذى ينعكس فى اتجاهه بإحدى الطريقتين الأتيتين ومع إعتبار شكل (5-4) هو موضع التشغيل قبل العكس



(أ) المحرك بعد عكس الحركة بعكس اتجاه التيار فى ملفات البدء

(ب) المحرك بعد عكس الحركة بعكس اتجاه التيار فى ملفات التشغيل

عكس حركة المحرك الاستنتاجى ذو الوجه المشطور

شكل (5– 4)

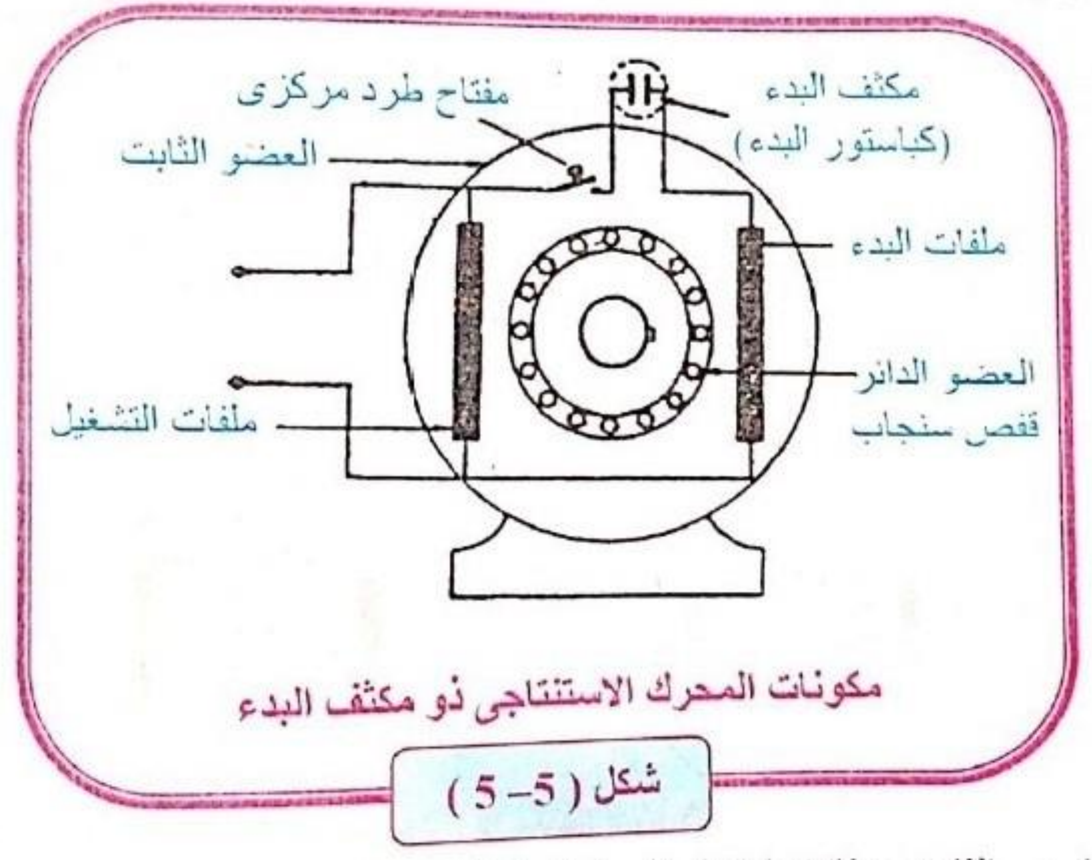
أ- بعكس اتجاه التيار فى ملفات البدء مع ثبات إتجاه التيار فى ملفات التشغيل شكل (5-4- أ) .

ب- بعكس إتجاه التيار فى ملف التشغيل وثباته فى ملف البدء شكل (5-4- ب) .

5-1- أ المحرك الاستنتاجى ذو مكثف البدء Capacitor Starting

تركيبه :

يتركب مثل المحرك ذو الوجه المشطور مضافاً إليه المكثف الذى يتصل بالتوالى مع ملفات البدء ومفتاح الطرد المركزى كما فى شكل (5-5) ويتركب من الآتى :



مكونات المحرك الاستنتاجى ذو مكثف البدء

شكل (5-5)

1- العضو الثابت : وفائدته إستنتاج المجال المغناطيسى الدائر
2- العضو الدائر : وفائدته توليد العزم الميكانيكى على محور الدوران
3- مفتاح الطرد المركزى : وفائدته فصل ملفات البدء (التقويم)
4- المكثف : وفائدته فى دائرة ملفات البدء جعل المجال المغناطيسى متقدم 90^{o} عن المجال الناشئ من ملفات التشغيل وذلك للحصول على المجال المغناطيسى الدائر اللازم لبدء حركة المحرك .

والمكثف من النوع الكيماوى الجاف أو السائل حيث يتكون هذا النوع من لوحين من صفائح الألومنيوم تفصل بينهما طبقة أو أكثر من الشاش المشبع بمحلول كيماوى

يطلق عليه السائل الكهربى وهو طبقة رقيقة تقوم مقام السائل الكهربى فى المكثف ذو السائل وتلف هذه الطبقات بقطعة من الشاش معاً وتوضع فى إناء من الالومنيوم وتتراوح سعة هذا المكثف بين 10 ميكروفاراد إلى 150 ميكروفاراد .

نظرية التشغيل :

عند توصيل أطراف المحرك بالمنبع ينشأ مجال فى ملفات البدء متقدماً عن المجال الناشئ بملفات التشغيل مسبباً تولد مجال مغناطيسى دائر قوى يقطع موصلات العضو الدائر (قفص السنجاب) مسبباً مجال مغناطيسى آخر يتفاعل مع المجال الدائر ومحصلتهما هى مجال مغناطيسى محصل يعمل على دوران المحرك وعند بلوغ سرعة المحرك 75% من السرعة المقننة يتم فصل المكثف وملفات البدء بواسطة مفتاح الطرد المركزى .

عكس حركة المحرك ذو مكثف البدء :

يتم عكس حركة هذا المحرك كما فى المحرك ذو الوجه المشطور شكل (5-6- أ ،ب):

أ- بعكس اتجاه مرور التيار فى ملفات البدء مع ثبات اتجاه التيار فى ملفات التشغيل شكل (5-6- أ)

ب- بعكس اتجاه مرور التيار فى ملفات التشغيل مع ثبات اتجاه التيار فى ملفات البدء شكل (5-6- ب)



(ب) المحرك بعد عكس الحركة بعكس اتجاه التيار فى ملفات التشغيل

(أ) المحرك بعد عكس الحركة بعكس اتجاه التيار فى ملفات البدء

عكس حركة المحرك الاستنتاجى ذو مكثف البدء

شكل (5– 6)

مميزات وعيوب المحرك ذو المكثف :

يمتاز هذا النوع بالآتى :

1- عزم البدء له أكبر من المحرك ذو الوجه المشطور
2- يستهلك تيار بدء أصغر من المحرك ذو الوجه المشطور
3- معامل قدرته مرتفع

عيوب المحرك ذو المكثف :

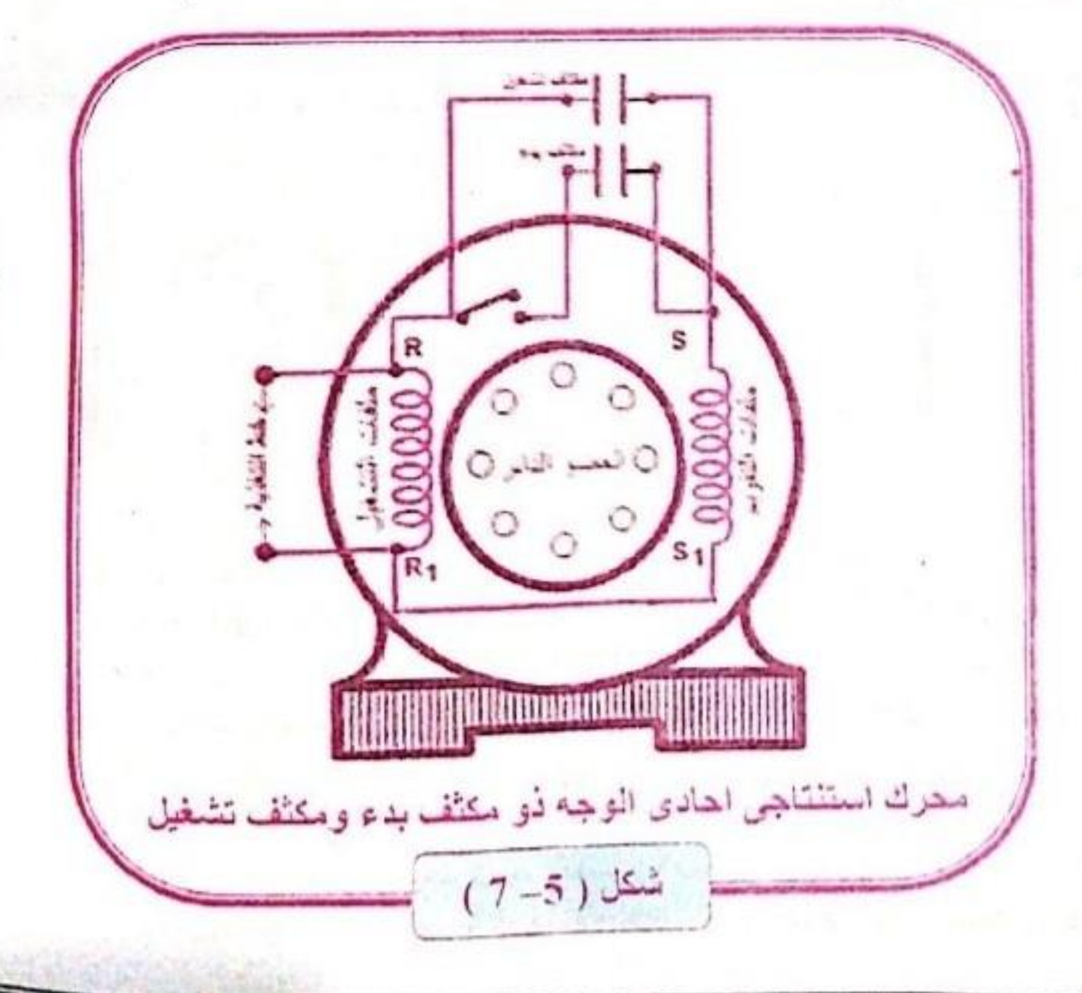
1- يتعرض المكثف للتلف نتيجة لكثرة الاستعمال والحرارة المرتفعة
2- ثمنه أغلى من المحرك ذو الوجه المشطور

5-1- ب المحرك الاستنتاجى ذو مكثف البدء ومكثف التشغيل

Capacitor Start-and-Run Induction Motor

لتحسين أداء المحرك الاستنتاجى ذو مكثف البدء وزيادة قدرته وتحسين معامل قدرته يستخدم مكثف آخر يستمر فى دائرة ملفات التقويم حيث يوصل بالتوازى مع مكثف البدء ومفتاح الطرد المركزى كما هو موضح بشكل (5-7) .

ويسمى هذا المحرك (بالمحرك الاستنتاجى ذو مكثف البدء ومكثف التشغيل)

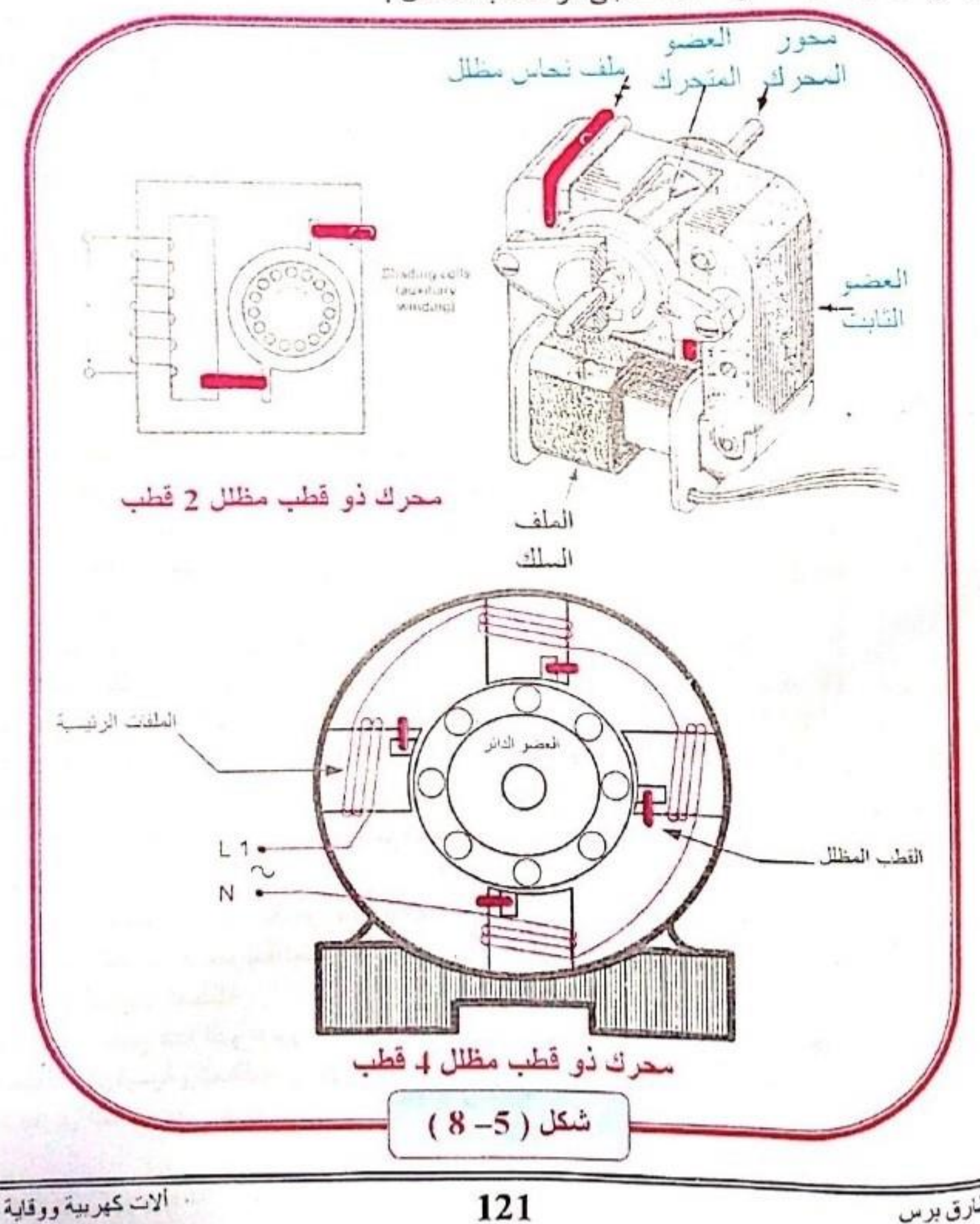


محرك استنتاجى احادى الوجه ذو مكثف بدء ومكثف تشغيل

شكل (5- 7)

5-1- جـ المحرك الاستنتاجى ذو القطب المظلل Shaded Pole Motor

المحرك ذو القطب المظلل هو محرك تيار متردد ذو وجه واحد ، وتتراوح قدرته ما بين (0.35 -------- 0.01) من الحصان تقريباً . وهو يستخدم فى الاستعمالات التى تحتاج إلى عزم دوران ابتدائى منخفض مثل المراوح ومجففات الشعر وتطبيقات عديدة أخرى . والشكل (5-8) يوضح نوعين من المحرك الاستنتاجى ذو القطب المظلل .



شكل (5– 8)

يتكون المحرك ذو القطب المظلل ، مثل أى محرك آخر من عضو ثابت وعضو دائر كما هو موضح بشكل (5-8) . والعضو الثابت من النوع ذو الأقطاب البارزة عادة وهو يتكون من قلب من رقائق الحديد يحتوى على الأقطاب البارزة . التى توضع عليها ملفات السلك . ويوجد بكل قطب مجرى بالقرب من إحدى الجانبين يوضع فيه لفة واحدة من النحاس السميك يطلق عليها الملف المظلل . ويحتوى كثير من المحركات ذات القطب المظلل على عضو ثابت ذى مجارى توضع فيها الملفات كما هو الحال فى المحرك ذو الوجه الواحد المشطور .

تحتوى كل المحركات ذات القطب المظلل على عضو دائر من النوع ذى القفص السنجاب كتلك التى تستعمل فى المحرك ذى الوجه المشطور ، ولا يحتوى هذا النوع من المحركات على غطاءين جانبيين فى الغالب ولذا يكون له غطاء كامل . أما الغطاء الآخر فهو مصبوب كجزء من الإطار . ويثبت العضو الدائر على كراسى بلى أو كراسى من ذوات الجلب .

طريقة تشغيل المحرك ذو القطب المظلل :

من المعروف أن المحركات الاستنتاجية تحتاج إلى ملفات مساعدة وذلك لتوليد عزم دوران ابتدائى فى المحرك . ويحتاج المحرك الاستنتاجى ذو القطب المظلل ايضا إلى ملفات بدء ، ولكنها فى هذه الحالة تتكون من لفة واحدة مقفلة من النحاس الغليظ ، موضوعه على أحد الجانبين فى كل قطب من أقطاب العضو الثابت .

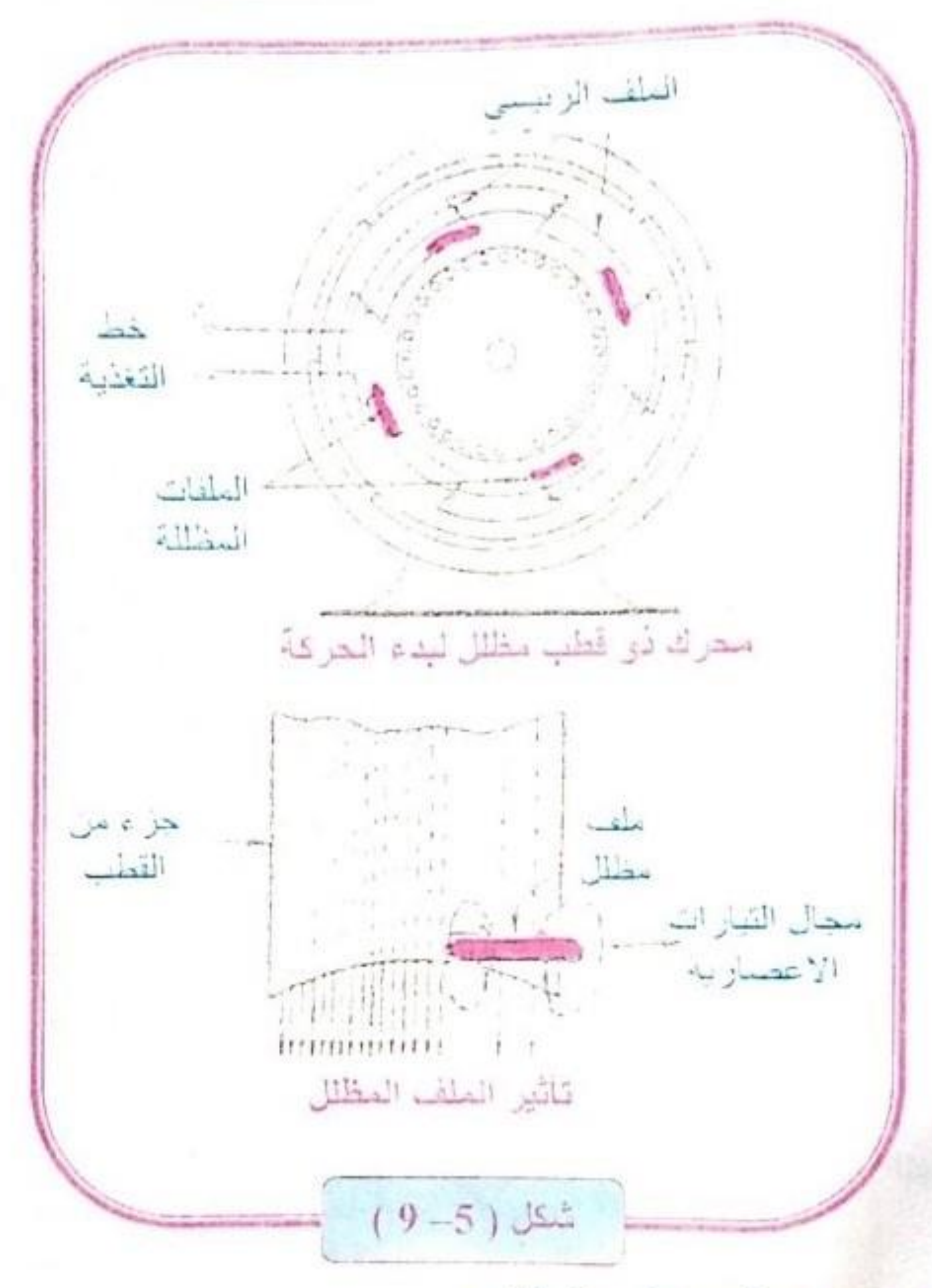
ونتيجة لمرور التيار فى ملفات الأقطاب الرئيسية ، يتولد فى لفات الأقطاب المظللة خلال فترة البدء تياراً بالتأثير ، فيتكون نتيجة لذلك مجال مغناطيسى فى الأقطاب المظللة مختلف عن المجال المغناطيسى الذى تولده الأقطاب الرئيسية ومن محصلة المجالين ينتج مجال مغناطيسى دائر ، يكفى لإعطاء عزم الدوران الابتدائى المطلوب .

عندما يصل المحرك لسرعته المعتادة يصبح تأثير الملفات المظللة مهملاً .

والملف المظلل شكل (5-9) يتكون من حلقة نحاسية منخفضة المقاومة ومدفونه فى أحد جوانب من أقطاب العضو الثابت ، وهى تستخدم لتوليد العزم الضرورى لبدء التشغيل . فعندما يزداد التيار فى الملفات الرئيسية ينتج تياراً تأثيرياً فى الملف المظلل . وهذا التيار يعاكس المجال المغناطيسى المتنامى فى جزء القطب المحيط . وهذا ينتج حالة الفيض المغناطيسى الموضحة فى شكل (5-9) حيث يكون الفيض مزدحما بعيداً عن هذا الجزء من القطب والمحيط بالملف المظلل .

تصنع هذه المحركات بقطبين ، أو أربعة أقطاب أو ستة أو ثمانية أقطاب بحيث يتم توصيل الأقطاب المجاورة بطريقة تعكس قطبيتها وشكل (5-9) يوضح محرك ذو أربعة أقطاب بارزة وعليها الملفات المظللة .

ويمكن تصنيع هذا النوع من المحركات بأقطاب غير بارزة أى بواسطة مجارى توضع فيها الملفات الرئيسية والمظللة فى الإطار الخارجى . بحيث تحتل الملفات المظللة حوالى ثلث عدد مجارى القطب على جانب منه .



شكل (5– 9)

عكس حركة المحرك ذو القطب المظلل :

يتم عكس الحركة بفك ودوران القطب المغناطيسى 180^{O} حيث أنه فى هذا المحرك تكون الحلقات النحاسية المقصورة التى تقوم بعمل ملفات البدء ليس لها أطراف والمجال الناشئ عنها يكون بالاستنتاج وتبعاً لإتجاه ملفات التشغيل ولذلك لا يمكن عكس إتجاه الحركة بعكس التيار فى ملفات التشغيل

استخدام المحرك ذو القطب المظلل :

يستخدم فى القدرات الصغيرة مثل آلات المطبخ والمراوح

أسئلة على المحركات الاستنتاجية إحادية الوجه

1- اشرح مع الرسم تركيب المحرك الاستنتاجى احادى الوجه ذو الوجه المشطور وفيما يستخدم ؟

2- اشرح مع الرسم تركيب المحرك الاستنتاجى احادى الوجه ذو مكثف البدء وكيف يمكن تحسين معامل قدرته ؟

3- اشرح مع الرسم تركيب وكيفية تشغيل مفتاح الطرد المركزى فى المحرك الاستنتاجى احادى الوجه

4- اشرح مع الرسم تركيب المحرك الاستنتاجى احادى الوجه ذى القطب المظلل

5- كيف يمكن عكس حركة المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد

6- بين بالرسم المحرك الاستنتاجى ذو الوجه المشطور – اشرح كل من :
تركيبه – عمله – طريقة عكس حركته

7- اشرح نظرية تشغيل المحرك الاستنتاجى ذو القطب المظلل ، وكيف يمكن عكس حركته .

8- اذكر فائدة القطب المظلل فى المحرك

9- اذكر مع الرسم تركيب وفائدة كل جزء للمحرك الاستنتاجى ذو مكثف البدء

10- قارن بين المحرك الاستنتاجى ذو الوجه المشطور والمحرك الاستنتاجى ذى مكثف البدء ومكثف التشغيل

11- علل لما يأتى :

أ- لا يصلح المحرك ذو القطب المظلل للقدرات الكبيرة

ب- لا يدور المحرك الاستنتاجى ذو الوجه الواحد بملفات التشغيل فقط

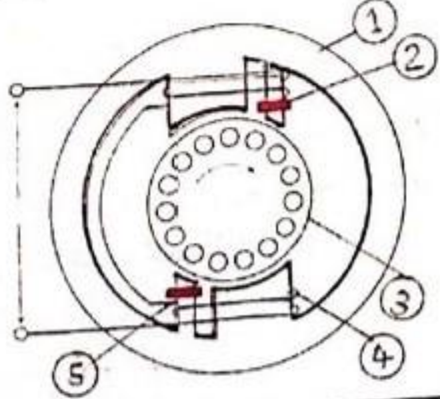
جـ - تعزل رقائق العضو الثابت عن بعضها

د- مساحة مقطع ملفات البدء صغيرة بالنسبة لملفات التشغيل

هـ - لا تنعكس حركة المحرك الاستنتاجى وجه واحد اذا تم عكس اتجاه التيار فى ملفى البدء والتشغيل معاً

و- من الصعب عمليا عكس حركة المحرك ذو القطب المظلل

12- الرسم يوضح أحد المحركات الاستنتاجية احادية الوجه – اذكر نوعه ثم أكتب ما تعنيه الأرقام التى على الرسم



3-5 المحركات ذات عضو التوحيد Commutator Motors

التركيب :

العضو الدائر فى هذا النوع يشبه تماماً العضو الدائر فى آلات التيار المستمر وتتركب المحركات ذات عضو التوحيد من الأجزاء التالية :

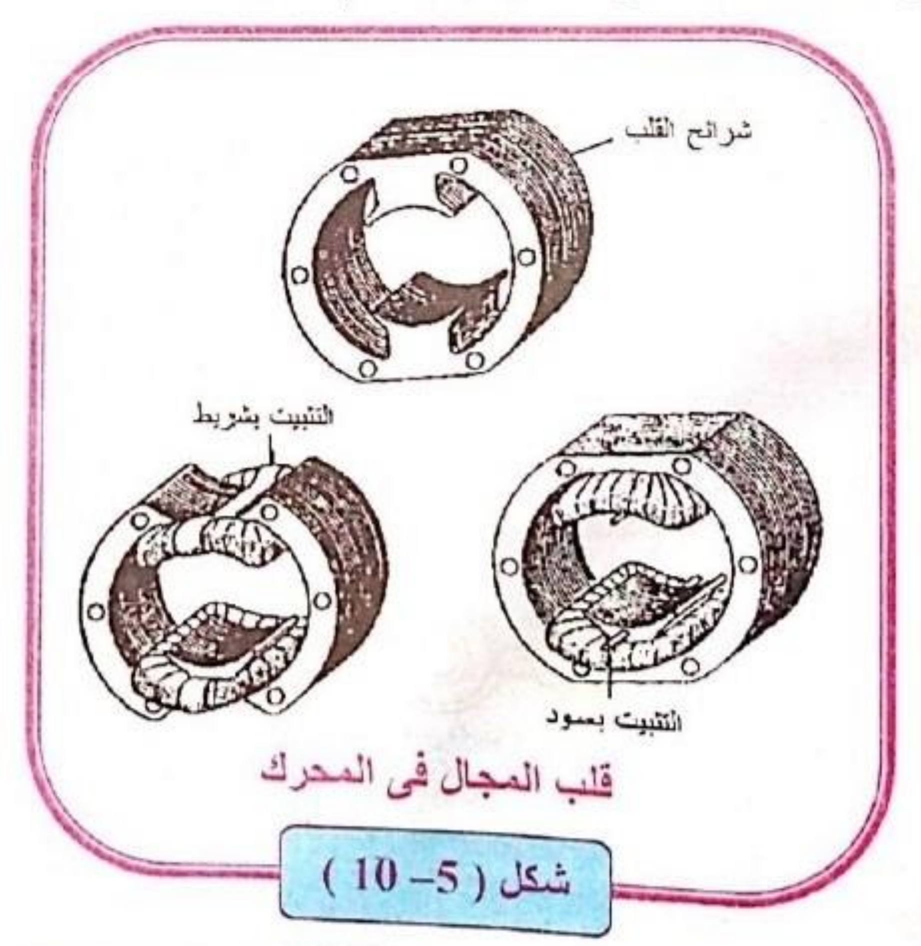
1- الإطار
2- قلب المجال
3- المنتج
4- الغطاءين الجانبيين

1- الإطار :

عبارة عن غلاف من الصلب أو الألومنيوم أو الحديد الزهر (جسم المحرك) وحجمه كبير لدرجة أنه يستطيع أن يحمل رقائق قلب المجال . وتثبت أقطاب المجال فى الإطار عموماً بواسطة مسامير تنفذ فيه . وغالبا ما يكون الإطار جزءاً مكملاً للماكينة التى تحمله .

2- قلب المجال :

ويتكون قلب المجال (العضو الثابت) الموضح بشكل (5-10) من رقائق تضغط جيداً ، ثم تربط بمسامير برشام أو مسامير بصواميل . وتصمم الرقائق بحيث تحتوى على قطبى المجال لمحرك ذى القطبين . وقلب المجال يثبت فى داخل إطار أو جسم المحرك

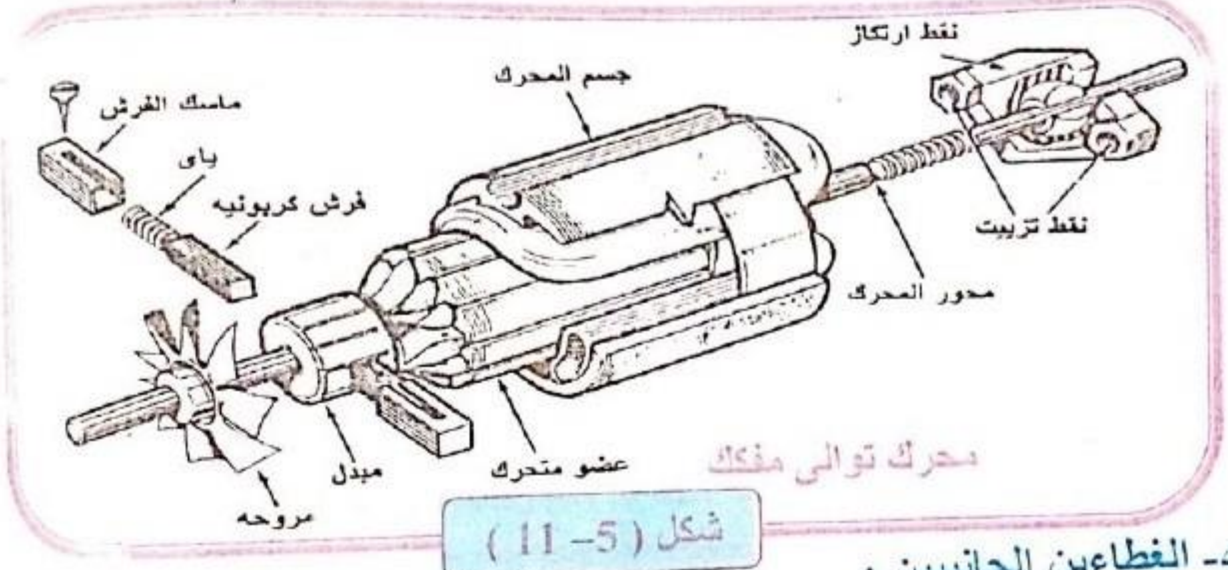


قلب المجال فى المحرك

شكل (5- 10)

3- المنتج :

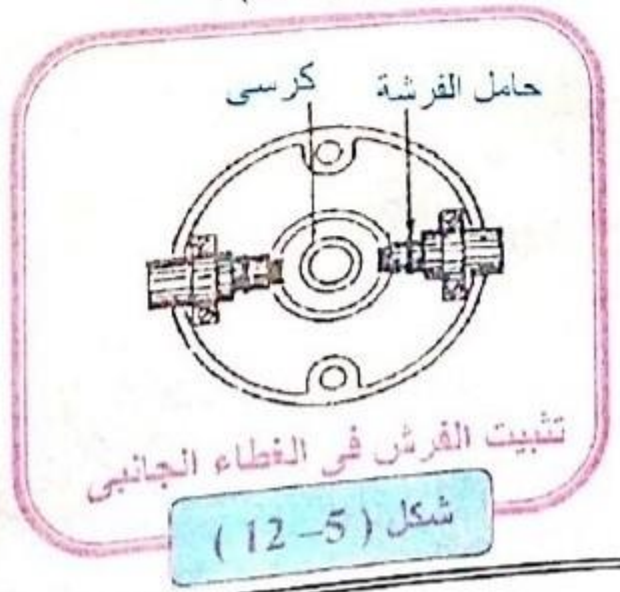
والمنتج (العضو المتحرك) شبيه بمنتج محرك تيار مستمر صغير ، كما هو موضح بشكل (5-11) وهو يتكون أساساً من قلب من الرقائق ، يحتوى على مجارى معتدله أو مائلة على محور المحرك وعضو تبديل (Commutator) توصل إليه أطراف ملفات المنتج . وكل من قلب المنتج وعضو التبديل مثبتان معاً على عمود الدوران .



شكل (5- 11)

4- الغطاءين الجانبيين :

يتم تثبيت المنتج محوريا حر الحركة داخل قلب المجال للمحرك ميكانيكيا ، وذلك بواسطة الغطاءان الجانبيان على جانبى الإطار ويحفظان فى مكانهما بواسطة مسامير قلاووظ ويحتوى الغطاءان على الكرسيين ، وهما عادة بلى أو ذو جلبة حيث يدور فيهما عمود المنتج . ويحتوى كثير من محركات ذات عضو التوحيد على غطاء جانبى يصب كجزء من الإطار ، وبذلك يمكن رفع غطاء جانبى واحد فى هذا النوع من المحركات ، تثبت حوامل الفرش بالمسامير عادة فى الغطاء الجانبى الأمامى كما فى شكل (5-12) .

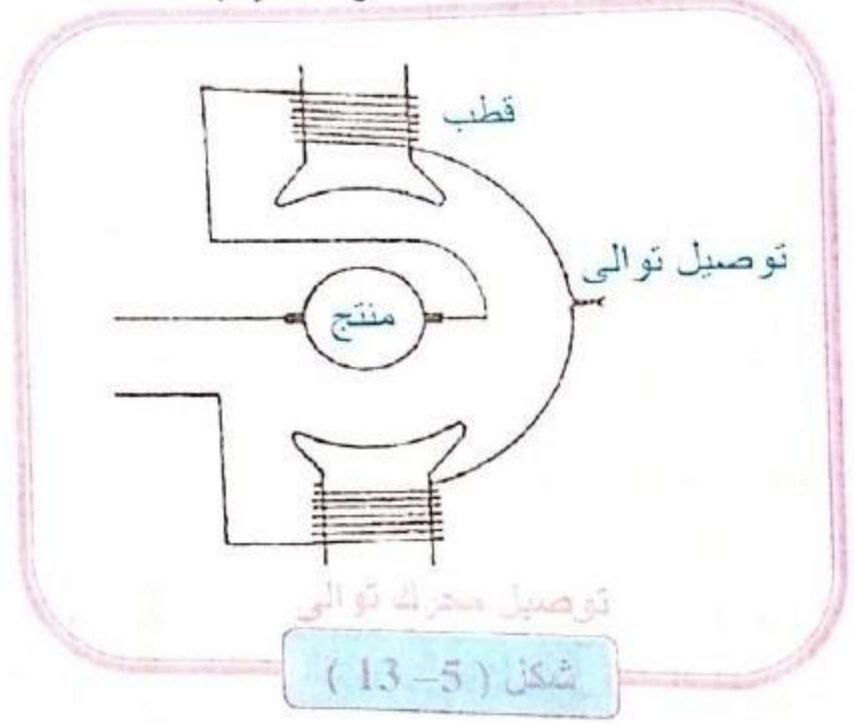


شكل (5- 12)

(أ) محرك التوالى :

هو تماماً محرك تيار مستمر نوع توالى شكل (5-13) يوصل العضو الثابت مع العضو الدائر على التوالى . معنى ذلك أنه يمكن تشغيل محركات التيار المستمر من مصدر تيار متردد . ورغم أن محرك التوالى يعطى نتائج أفضل حيث يكون تيار المنتج والتدفق المغناطيسى لملفات المجال فى اتفاق وجهى إلا أنه عند تشغيل محرك التوالى على التيار المتردد تصادفنا بعض المشاكل التى يجب التغلب عليها مثل :

1- يحدث شرر عند فرش محرك التوالى عند تغذيته من مصدر تيار متردد نتيجة للجهد المستحث فى الملفات المقصورة بالفرش ولتلافى ذلك يوصل كل ملف بقطع عضو التوحيد عن طريق موصلات ذات مقاومة عالية .

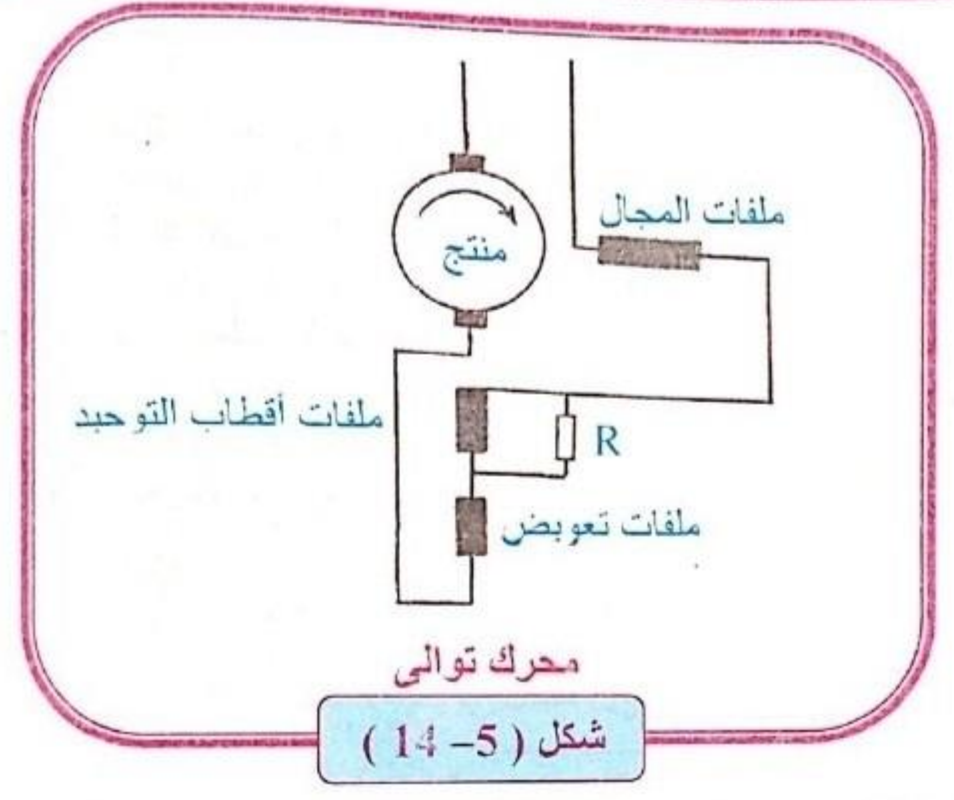


توصيل محرك توالى

شكل (5-13)

2- ينتج فقد جهد كبير فى ممانعة دائرة المنتج نتيجة لفيض رد فعل عضو الاستنتاج الناشئ عن تيار عضو الاستنتاج المتردد ويمكن منع أو تقليل فقد الجهد فى تلك الممانعة فى محركات التوالى الكبيرة بتركيب ملف تعويض يوصل على التوالى بملفات المنتج وملفات المجال كما فى شكل (5-14) وتوضع ملفات التعويض فى أوجه الأقطاب متوازية مع موصلات المنتج

3- المجال المغناطيسى المتردد سوف يسبب مفاقيد كبيرة نتيجة التيارات الاعصارية فى الدائرة المغناطيسية (هيكل المحرك والأقطاب المغناطيسية) وهذا يمكن التغلب عليه بصنع محرك التوالى من مواد لها مفاقيد تخلف مغناطيسى منخفضة وتجمع الدائرة المغناطيسية كلها من رقائق معزولة من الصلب السليكونى .



شكل (5- 14)

4- ينخفض معامل القدرة Cosφ نتيجة للممانعة الكبيرة لملفات المجال وملفات المنتج. وتقلل ممانعة المجال المغناطيسى بتقليل عدد لفات المجال كما يمكن وضع مقاومة بالتوازى مع كل قطب من أقطاب التوحيد كما فى شكل (5-14).

5- اذا دار المحرك بدون حمل تزيد سرعته زيادة فائقة ويتعرض للتلف والتفكك.

عكس حركة محرك التوالى :

لعكس حركة المحرك التوالى يتم عكس اتجاه التيار إما من المنتج أو المجال والطريقة المستخدمة هى عكس اتجاه التيار فى الفرش الكربونية حيث يؤدى ذلك إلى تغير اتجاه التيار فى المنتج فيتم عكس الحركة .

(ب – 1) المحرك التنافرى Repulsion Motor

مقدمة :

سمى هذا المحرك بالتنافرى لأن عزم دورانه مستمد من تنافر الأقطاب المغناطيسية المتشابهه لأقطاب العضو الثابت وأقطاب العضو الدوار .

أنواع المحركات التنافرية :

أ- محرك تنافرى

ب- محرك تنافرى البدء استنتاجى الحركة

جـ - محرك تنافرى استنتاجى

تركيب المحرك التنافرى :

تتركب جميع المحركات التنافرية من الأجزاء الرئيسية الأتية :

1- **عضو ثابت :**
يحتوى على ملفات تشغيل رئيسية تشبة ملفات الحركة فى المحرك الاستنتاجى ذو الوجه الواحد

2- **عضو دائر :**
يشبة فى تركيبه العضو الدائر فى آلات التيار المستمر حيث يتركب من اسطوانة مجمعة من رقائق الصلب السليكونى المعزولة عن بعضها وعن محور الدوران . فى مجارى الدائر موصلات تتصل بعضو التوزيع (التوحيد) وغالبا المجارى مائلة على المحور لكى تقلل من الطنين المغناطيسى

3- **عضو التوزيع (التوحيد) :**
وهو من لامات نحاسية موازية للمحور ومعزولة عن بعضها وعن المحور ، يلحم بها أطراف موصلات المنتج .

4- **غطاءان جانبيان :**
يحملان كراسى المحاور لحمل المنتج (العضو الدائر)

5- **فرش كربونية وحواملها :**
لتحدث قصر على قطاعات التوحيد بخلاف فرشتين متصلتين بملفات التعويض إن وجدت بالمحرك

وشكل (5-15) يوضح دائرة محرك تنافرى له ملفات تعويض



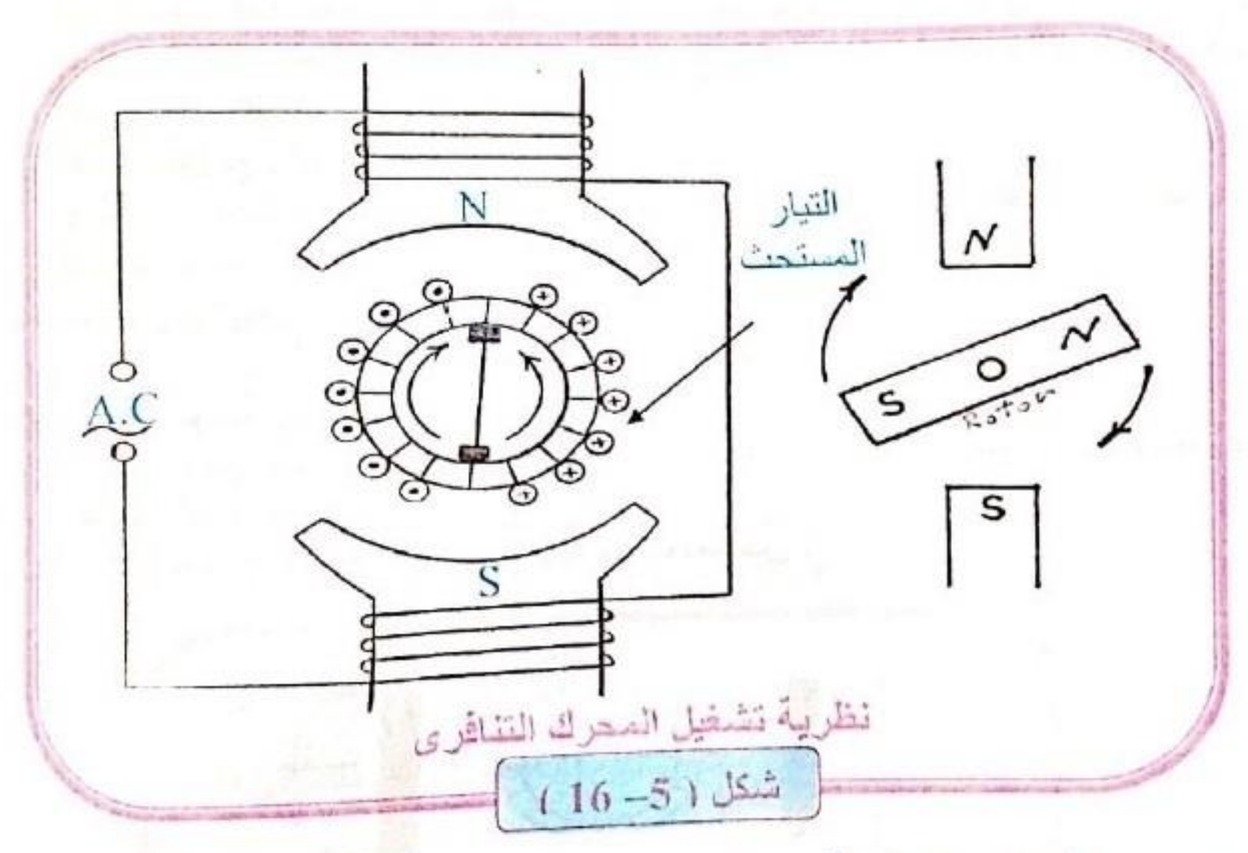
محرك تنافرى له ملفات تعويض

شكل (5- 15)

وفى بعض أنواع المحركات التنافرية توجد ملفات منفصله على العضو الثابت يطلق عليها ملفات التعويض وهى أصغر من الملفات الرئيسية وتوصل بفرشتين راكبتين على عضو التوحيد ويكون الغرض من ملفات التعويض هو رفع معامل القدرة وتقليل الشرر بين الفرش وعضو التوحيد

نظرية تشغيل المحرك التنافرى :

عند تغذية العضو الثابت بتيار متردد وجه واحد من المصدر شكل (5-16) يتولد مجال مغناطيسى يقطع ملفات المنتج الدائر فيتولد بها (ق.د.ك) مستنتجه تمرر تياراً بملفات المنتج المقصورة على نفسها بواسطة الفرش المقصورة فينشأ عنها مجال مغناطيسى ويكون للأقطاب التى فى العضو الثابت وعلى العضو الدوار (المنتج) نفس القطبية ، مما يؤدى إلى حدوث عزم دوران تنافرى (ناتج عن تنافر الأقطاب المغناطيسية المتشابهة القطبية) وهو الذى يستمد منه المحرك تسميته بالمحرك التنافرى .



نظرية تشغيل المحرك التنافرى
شكل (5- 16)

عكس حركة المحرك التنافرى :

لعكس حركة المحرك التنافرى يوقف تماماً ، ثم يغير اتجاه تحريك الفرش عكس وضعها قبل عكس الحركة أى عكس اتجاه الدوران .

خواص المحرك التنافرى :

1- عزم بدء الحركة له كبير
2- حركته عند البدء انسيابية (بنعومة)
3- تيار بدء حركته منخفض

4- يمكن تنظيم سرعته عن طريق تحريك الفرش
5- يمكن عكس حركته بواسطة تحريك الفرش فى عكس اتجاه الدوران

(ب-2) المحرك التنافرى البدء الاستنتاجى الحركة :

يبدأ هذا المحرك حركته كمحرك تنافرى ، وعندما تصل سرعته إلى حوالى 75% من سرعته المقننة ترفع الفرش بعيداً عن عضو التوحيد بمفتاح طرد مركزى ثم يقصر عضو التوحيد بحلقة نحاسية ، حينئذ يعمل المحرك كمحرك استنتاجي بقفص سنجابى بنفس خصائص العزم/السرعة لهذا النوع من المحركات . ويحدث الانتقال من خصائص المحرك التنافرى إلى خصائص المحرك الاستنتاجى بمجرد رفع الفرش ودفع حلقة نحاسية لعمل قصر على عضو التوحيد لجعله قفص سنجابى .

ويوجد المحرك التنافرى البدء الاستنتاجى الحركة على نوعين :

أ- ذى فرش مرفوعة:

حيث ترفع الفرش بعيداً عن عضو التوحيد عندما تصل سرعة المحرك إلى 75% من سرعته المقننة ثم عمل قصر على قطاعات التوحيد .

ب- ذى الفرش الراكبة :

حيث ترتكز فيه الفرش على عضو التوحيد بصفة دائمة ومفتاح الطرد المركزى يدفع بحلقة نحاسية لقصر قطاعات التوحيد بعدما تصل سرعة المحرك 75% من السرعة المقننة ولا تستعمل هذه الطريقة إلا فى المحركات الصغيرة فقط . وعلى الرغم من أن الفرش تركب على عضو التوحيد طول فترة التشغيل إلا أنه لا يمر أى تيار فى الفرش بمجرد أن يصل المحرك إلى سرعته المقننة .

خواص المحرك التنافرى البدء الاستنتاجى الحركة :

1- عزم دوران ابتدائى قوى
2- سرعته ثابتة

(ب-3) المحرك التنافرى الاستنتاجى :

المحرك التنافرى الاستنتاجى هو محرك تنافرى عادى لكن يضاف للعضو الدائر ملف بقفص سنجابى مثل المحرك الاستنتاجى . وتكون قضبان القفص السنجابى المقصورة على نفسها فى مجارى أسفل المجارى التى بها الملفات المتصلة بعضو التوحيد ، ويؤثر كل من الملفين أثناء دورة التشغيل الكاملة للمحرك . فعند توصيل التيار المتردد احادى الوجه للعضو الثابت يبدأ المحرك الحركة كمحرك تنافرى للحصول على عزم بدء قوى. ولوجود القفص السنجابى فاننا نحصل على سرعة ثابتة تقريباً ، ويكون للمحرك

عزم بدء حركة كبير وتيار بدء حركة أكبر قليلاً من حالة المحرك التنافرى . وتتشابه خصائص العزم/الانزلاق للمحرك التنافرى الاستنتاجى مع تلك التى للمحرك التنافرى البدء الاستنتاجى الحركة من حيث أن خصائص المحرك التنافرى تسود حتى $\frac{2}{3}$ السرعة المقننة وأعلى من تلك السرعة تأخذ خصائص المحرك شكل خصائص المحرك الاستنتاجى ويحدث الانتقال من خصائص المحرك التنافرى إلى خصائص المحرك الاستنتاجى تدريجيا بدون تغيير مفاجئ .
يعمل المحرك التنافرى الاستنتاجى عند الأحمال الخفيفة بسرعة أعلى قليلاً من سرعة التزامن نتيجة للخصائص التنافرية وعندما تزداد سرعة المحرك على سرعة التزامن.
تحدد الزيادة بفعل المحرك الاستنتاجى ذو القفص السنجابى .

خواص المحرك التنافرى الاستنتاجى :

1- عزم بدء حركة قوى
2- سرعته ثابتة
3- يحدث التحويل من خصائص المحرك التنافرى إلى خصائص المحرك الاستنتاجى تدريجياً (بنعومة)
4- عدم استخدام مفتاح طرد مركزى لعمل قصر على قطاعات عضو التوحيد

الاستخدامات العامة للمحركات التنافرية

1- فى المضخات والمراوح
2- فى أجهزة التكييف والتبريد
3- فى آلات الجر الكهربى (التسيير الكهربى)
4- فى جميع الحالات التى تتطلب عزم بدء قوى

(جـ) المحرك العام :

هو محرك التيار المستمر نوع التوالى فهو يستمر فى الدوران بنفس الاتجاه اذا انعكست قطبية توصيلات الخط ، لأن التيار سوف ينعكس فى ملفات المنتج وملفات المجال على السواء .
معنى هذا انه يمكن تشغيل محركات التيار المستمر من مصدر تيار متردد وأن محرك التوالى يعطى نتائج أفضل حيث يكون تيار المنتج والتدفق المغناطيسى لملفات المجال فى اتفاق وجهى.

تركيب المحرك العام :

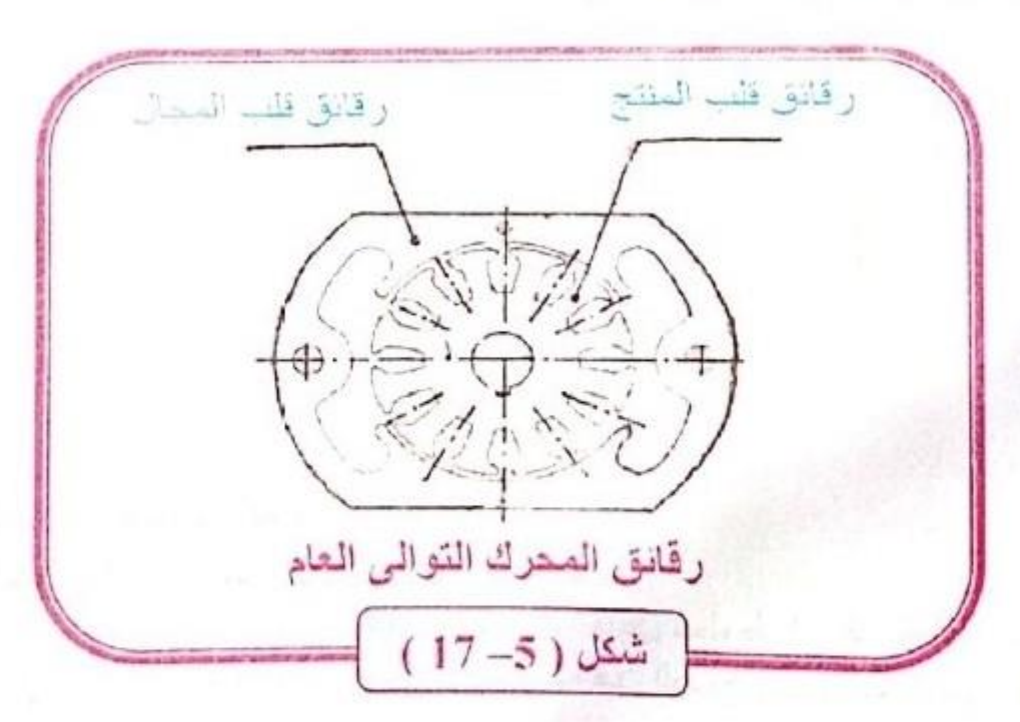
يوجد نوعان من المحرك العام يختلفان فقط فى شكل قلب ملفات المجال أحدهما ذو الأقطاب البارزة والأخر ذو المجال الموزع .

يتركب المحرك العام ذو الأقطاب البارزة من الأجزاء الأتية :

1- الهيكل الخارجى
2- قلب المجال (الأقطاب)
3- المنتج
4- عضو التوحيد (عضو التوزيع)
5- الفرش وحواملها
6- الغطاءان الجانبيان

1- الهيكل الخارجى : يصنع من الصلب أو الألومنيوم أو الحديد الزهر وفائدته حمل قلب المجال المغناطيسى التى تثبت فيه بواسطة مسامير معزولة .

2- قلب المجال : ويجمع من رقائق رفيعة معزولة من الصلب السليكونى لتقليل التيارات الاعصارية وتصمم الرقائق بحيث تحتوى على أقطاب المجال كما فى شكل (5-17) الذى يوضح شكل الرقائق لمحرك ثنائى الأقطاب .



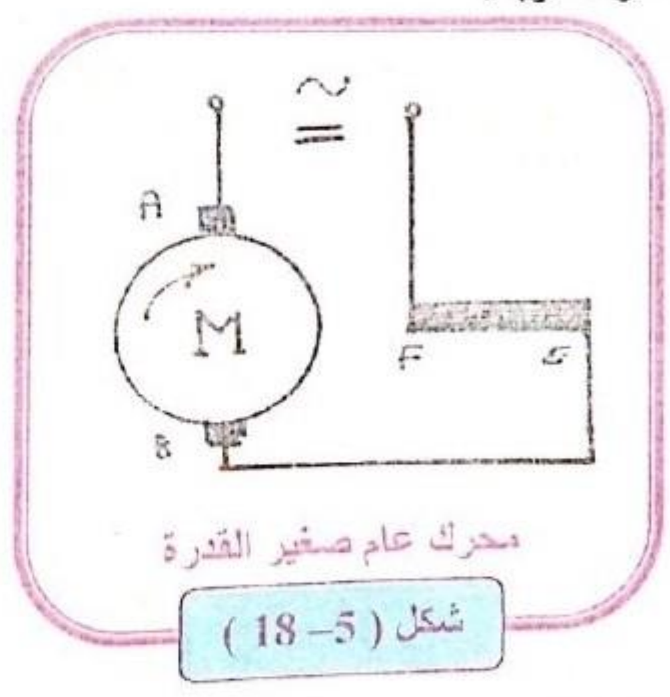
رقائق المحرك التوالى العام

شكل (5- 17)

3- عضو الاستنتاج : هو مماثل تماما لعضو استنتاج محرك تيار مستمر ويتكون من رقائق مثبتة على عمود الدوران بالرقائق مجارى بها موصلات تتصل بعضو التوحيد كما هو موضح بشكل (5-13) السابق

4- عضو التوحيد : وهو اسطوانى مجمع من لامات نحاسية معزولة عن بعضها وعن المحور .
5- الفرش : لتوصيل التيار إلى عضو التوحيد ومنها لموصلات المنتج
6- الغطاءان الجانبيان : يحتويان على كراسى المحاور وتثبت الفرش فى الغطاء الجانبى الأمامى.

أما المحرك ذو المجال الموزع فلا يختلف إلا فى أن عضوه الثابت يشبه فى التركيب العضو الثابت للمحرك ذو الوجه المشطور .
وللتغلب على الشرر الزائد للفرش تركب ملفات تعويض أو ملفات أقطاب توحيد أو الأثنين معاً وذلك فى المحركات الكبيرة كما فى شكل (5-14) وشكل (5-18) يوضح الدائرة الكهربية البسيطة لمحرك عام ذو قدرة كسرية .



محرك عام صغير القدرة

شكل (5- 18)

نظرية تشغيل المحرك العام :

المحرك العام يعمل على التيار المتردد أو التيار المستمر
عند توصيل التيار (متردد ~ أو -- مستمر) للمحرك تتفاعل خطوط القوى المغناطيسية المتولدة بواسطة ملفات المجال مع خطوط القوى المتولدة من المنتج بحيث ينتج عزم دوران يدير المحرك بعزم بدء قوى .
ويمكن التحكم فى سرعة المحرك العام عن طريق مقاومة متغيرة توصل على التوالى مع المحرك أو بإستعمال نقط تقسيم على ملفات المجال أو بالطرق الألكترونية (تدرس فى معمل الكهرباء) .

استعمالات المحرك العام :

يتم تصنيع المحرك العام بقدرات صغيرة تتراوح بين (5 إلى 250) وات للاستخدامات المنزلية فى الخلاطات ومضارب البيض وآلات الخياطة والمكانس الكهربية .
يستعمل المحرك العام فى القدرات الكبيرة فى التسيير الكهربى لتشغيل آلات الجر الكهربى والقطارات الكهربية .

أسئلة على المحركات ذات عضو التوحيد

1- اذكر تركيب محرك ذو عضو توحيد عامة
2- ما فائدة الاطار الخارجى للمحرك ذو عضو التوحيد وهل هو مسار للمجال المغناطيسى ؟
3- حدد وظيفة قلب المجال للمحرك ذو عضو التوحيد
4- اذكر تركيب المنتج فى المحرك ذو عضو التوحيد
5- ما هى وظيفة الفرش الكربونية فى المحرك ؟
6- هل يمكن تشغيل محرك التيار المستمر بالتيار المتردد ..... ولماذا ؟
7- كيف أمكن التغلب على مفاقيد التيارات الاعصارية فى حالة تشغيل المحرك على التيار المتردد ؟
8- ما هى فائدة ملفات التعويض فى المحركات ذات عضو التوحيد ؟
9- أين توضع ملفات التعويض فى المحرك ؟
10- لماذا ينخفض معامل القدرة فى المحرك التوالى وكيف تم معالجة ذلك ؟
11- لماذا سمى المحرك التنافرى بهذا الاسم ؟
12- حدد أنواع المحركات التنافرية
13- اشرح نظرية تشغيل المحرك التنافرى
14- كيف يتم عكس حركة المحرك التنافرى؟
15- اذكر خواص المحرك التنافرى
16- وضح تركيب المحرك التنافرى البدء الاستنتاجى الحركة وما فائدة مفتاح الطرد المركزى فى هذا المحرك
17- ما هى خواص المحرك التنافرى البدء الاستنتاجى الحركة ؟
18- اذكر تركيب المحرك التنافرى الاستنتاجى وما هى خواصه
19- ما الفرق فى خواص التشغيل بين المحرك التنافرى والمحرك التنافرى الاستنتاجى؟
20- اذكر تركيب المحرك العام
21- اشرح نظرية عمل المحرك العام
22- اذكر استخدامات المحرك العام فى القدرات الصغيرة والقدرات الكبيرة

معمل آلات كهربية ووقاية

عدد الحصص : (1) حصة واحدة أسبوعيا

يحتوى على التجارب التالية :

التجربة الأولى :
اختبار مولد تيار متغير ثلاثى الأوجه فى حالة اللاحمل

التجربة الثانية :
اختبار مولد تيار متغير ثلاثى الأوجه فى حالة التحميل
(حمل مادى – حمل حثى)

التجربة الثالثة :
ادخال مولد تيار متغير ثلاثى الأوجه مع الشبكة بالتوازى بإستخدام
(المصابيح المضاءة أو المطفأة أو جهاز السنكروسكوب)

التجربة الرابعة :
اختبار المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه لإيجاد العلاقة بين:
(العزم – السرعة) ، (العزم - معامل القدرة) ، (العزم – تيار الحمل)

التجربة الخامسة :
اختبار بدء تشغيل المحرك الاستنتاجى قفص سنجاب بعدة طرق

التجربة السادسة :
اختبار بدء تشغيل المحرك الاستنتاجى عضو دائر ملفوف

التجربة السابعة :
عكس حركة محرك ثلاثى الأوجه

التجربة الثامنة :
تحويل محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه إلى محرك وجه واحد

التجربة التاسعة :
اختبار المحرك العام

التجربة العاشرة :
التحكم فى سرعة محرك تيار مستمر بإستخدام الثايرستور

هام جداً

متطلبات الأمان فى المعمل

إن الانتباه وأخذ الحذر من عوامل الأمان الضرورية لأى إنسان موجود فى معمل الكهرباء ولذلك يجب على الطالب أثناء تواجده فى المعمل مراعاة عدة نقاط سواء أثناء تجهيز التجارب أو أثناء إجرائها ويمكن تلخيص هذه النقاط كالآتى :

أولاً : إجراءات يجب مراعاتها عند تجهيز التجربة :

1- عمل دراسة مبدئية للتجربة من حيث احتياجات التجربة من الأجهزة والمعدات اللازمة حتى يمكن عمل التجربة مع تحديد المدى اللازم لكل جهاز حتى يناسب متطلبات التجربة ولا يسبب أى تلفيات فى حالة استخدام أجهزة قياس ذات تدريج أقل من المطلوب لإجراء التجربة .
2- عند بدء التجربة يجب ابعاد أى أجهزة لا تحتاج إليها التجربة
3- عند توصيل أسلاك التوصيل بين مكونات التجربة يجب أن يكون مصدر التغذية مفصولا .
4- بعد الانتهاء من التوصيلات وقبل توصيل التيار الكهربى يجب مراجعة التوصيلات بدقة ويفضل الاستعانة بالسيد المهندس المشرف على المعمل للتأكد من سلامة التوصيل .
5- يجب عمل اختبار مبدئى للأجهزة المستخدمة وإستبعاد أى جهاز تالف كما يجب ضبط الأجهزة على صفر التدريج .
6- يجب أن يتم رسم الدائرة بدقة قبل التوصيلات

ثانياً : إجراءات يجب مراعاتها أثناء إجراء التجربة :

1- عند بدء اجراء التجربة وصل المصدر بحذر ثم وصل مراحل التجربة الواحدة تلو الأخرى بنفس الترتيب
2- عند إجراء عمليات القياس يجب أن يتم أخذ القراءات بطريقة صحيحة حيث يجب النظر عمودياً على المؤشر وعند ثبات المؤشر وذلك بالنسبة للأجهزة غير الرقمية .
3- عند أخذ القراءات للأجهزة المختلفة سجلها أولا بأول وبالترتيب وذلك فى كراسة المعمل .

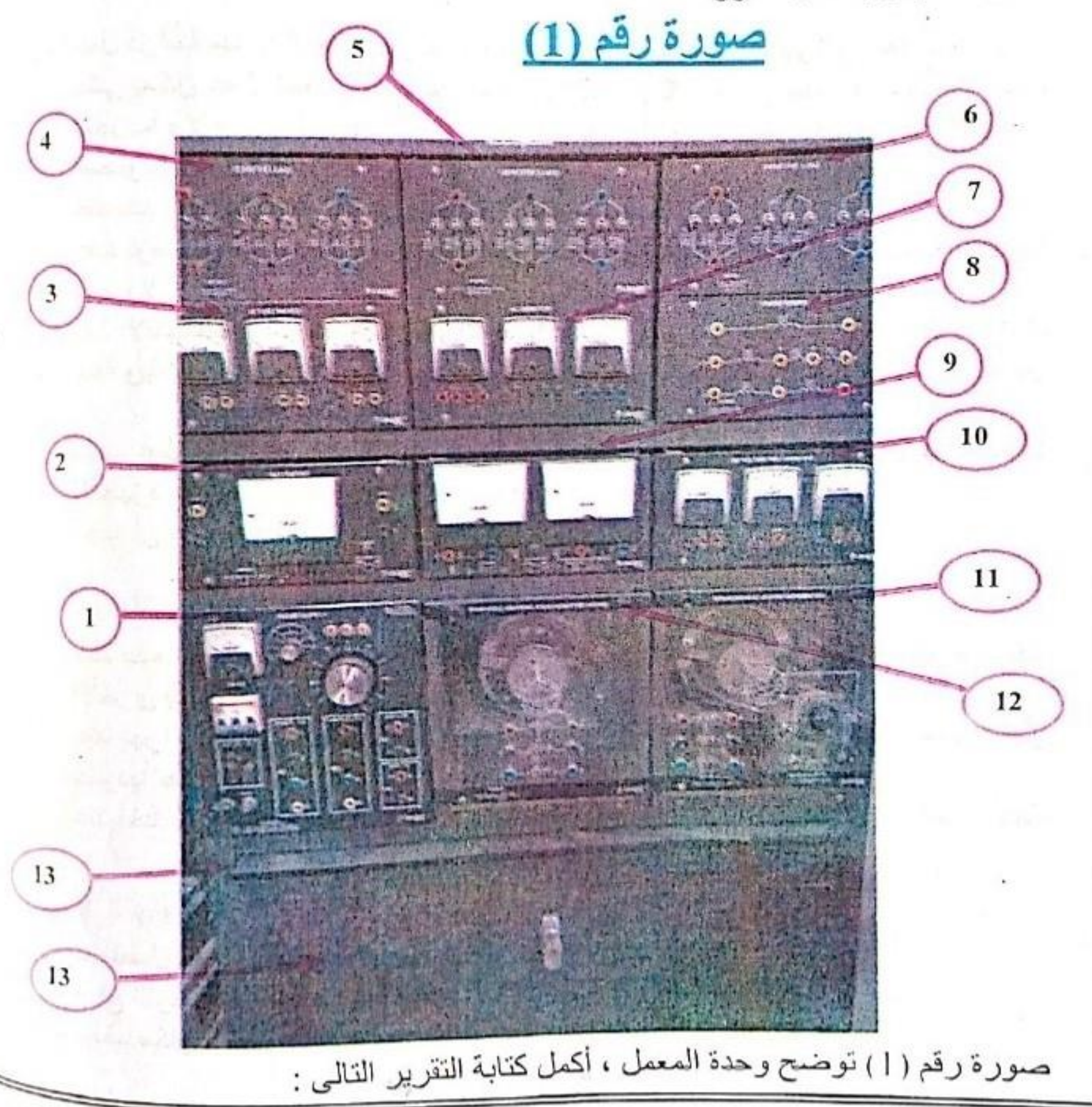
ثالثا : بعد انتهاء التجربة :

1- قم بفصل مصدر التيار الكهربى
2- ارفع التوصيلات المستخدمة وقم بإعادة الأجهزة إلى أماكنها الأصلية
3- نظف مكان التجربة

معمل Lab Volt

عزيزى الطالب فيما يلى صور لبعض الأجهزة والمعدات الموجودة فى المدارس المتوفر بها معمل Lab Volt .
بمساعدة المعلم قم بالتعرف على كل جهاز أو معدة وأكتب ما تشير إليه الأرقام فى أسطر التقرير المرفق بعد كل صورة

صورة رقم (1)



صورة رقم (ا) توضح وحدة المعمل ، أكمل كتابة التقرير التالى :

تقرير صورة رقم (1)

-1 ....

-2 ....

-3 ....

-4 ....

-5 ....

-6 ....

-7 ....

-8 ....

-9 ....

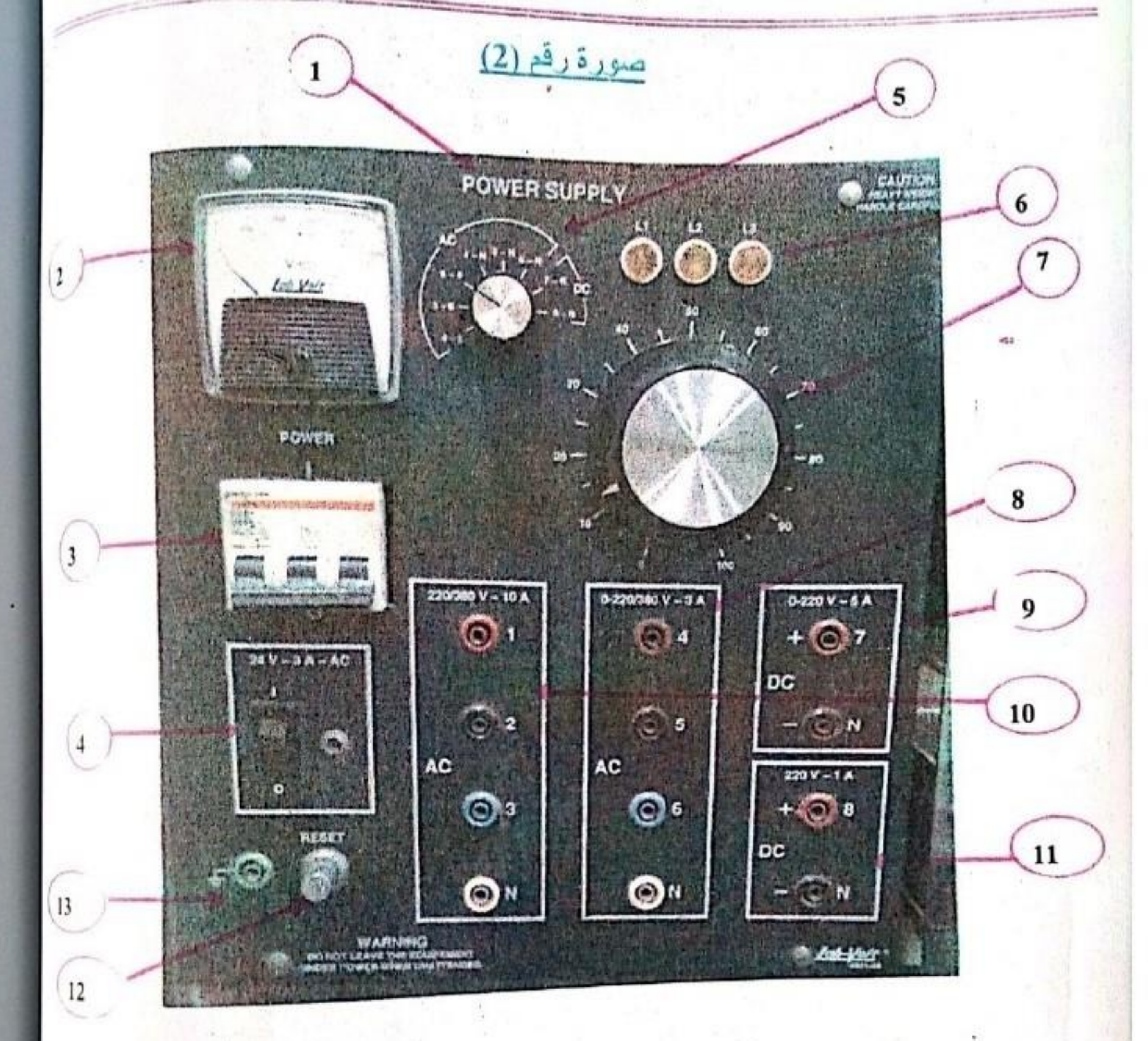
-10 ....

-11 ....

-12 ....

-13 ....

صورة رقم (2)



أكمل الآتى بمساعدة السيد المدرس

أ – اسم الوحدة فى صورة (2) ....

وأهميتها فى المعمل ....

ب – أكتب ما تعنيه الأرقام التى تشير إلى أجزاء الوحدة الموضحة فى صورة رقم (2) فى التقرير التالى

تقرير صورة رقم (2)

-1 ....

-2 ....

-3 ....

-4 ....

-5 ....

-6 ....

-7 ....

-8 ....

-9 ....

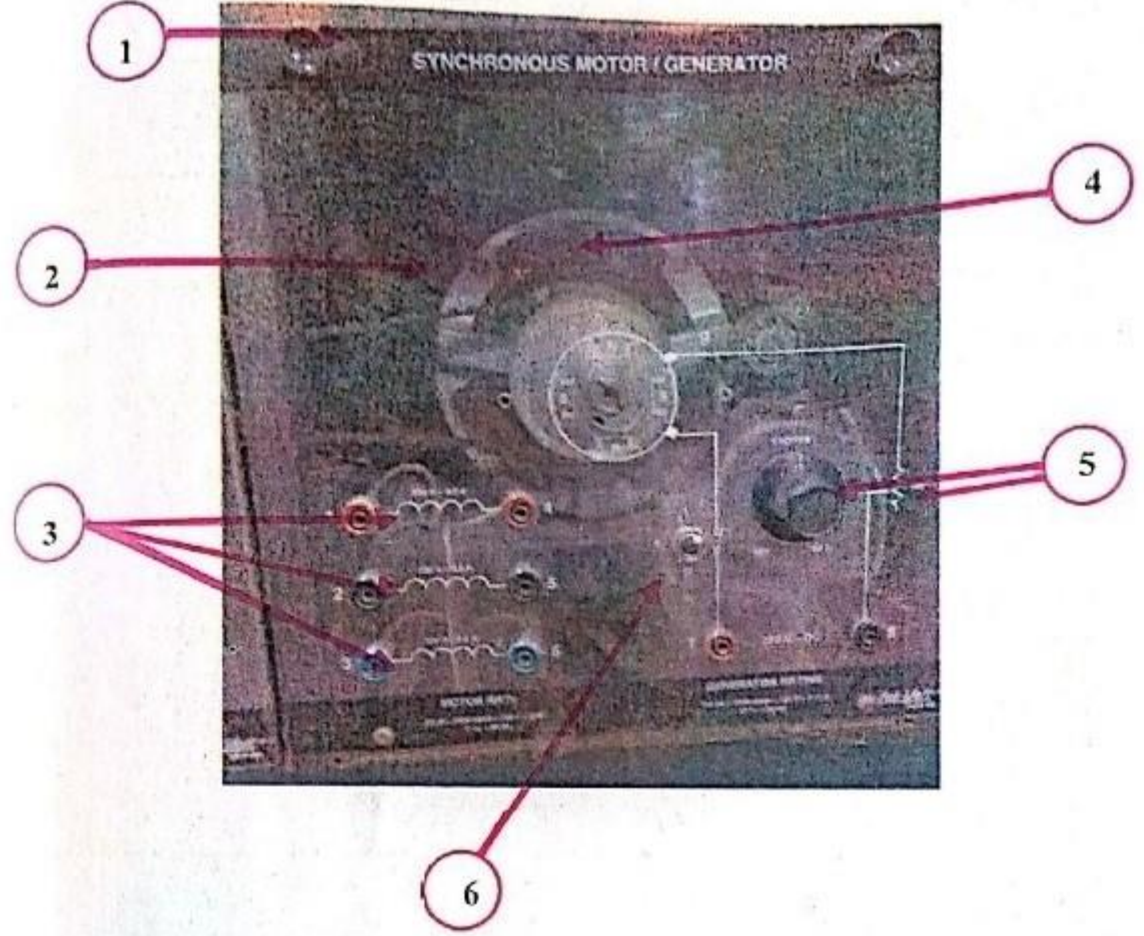
-10 ....

-11 ....

-12 ....

-13 ....

صورة رقم (3)



أكمل : أسم الوحدة الموضحة فى صورة رقم (3) هو ....

أكتب ما تشير إليه الأرقام فى التقرير التالى :

تقرير صورة رقم (3)

1- ....

2- ....

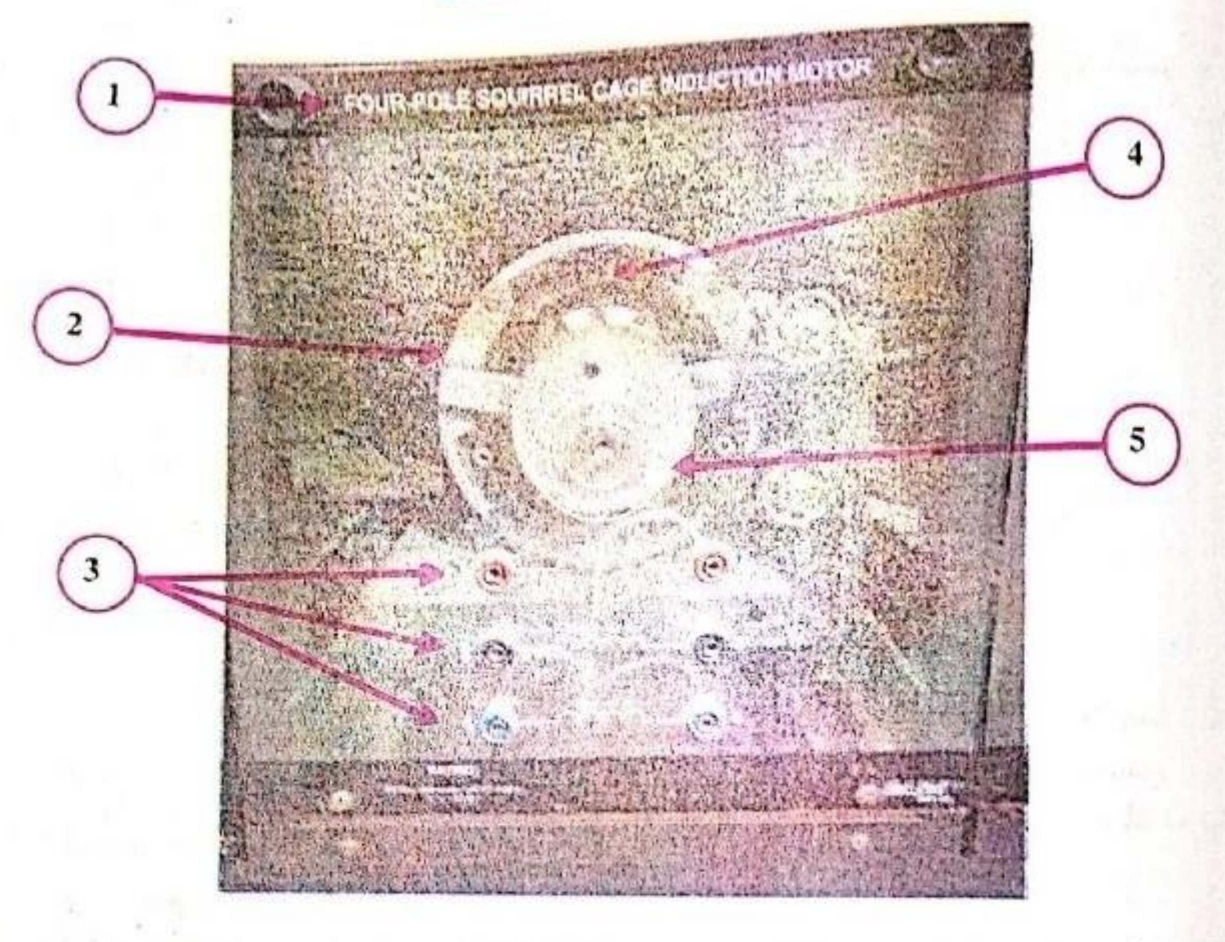
3- ....

4- ....

5- ....

6- ....

صورة رقم (4)



أكمل : أسم الوحدة الموضحة فى صورة رقم (4) هو ....

أكتب ما تشير إليه الأرقام فى التقرير التالى :

تقرير صورة رقم (4)

1- ....

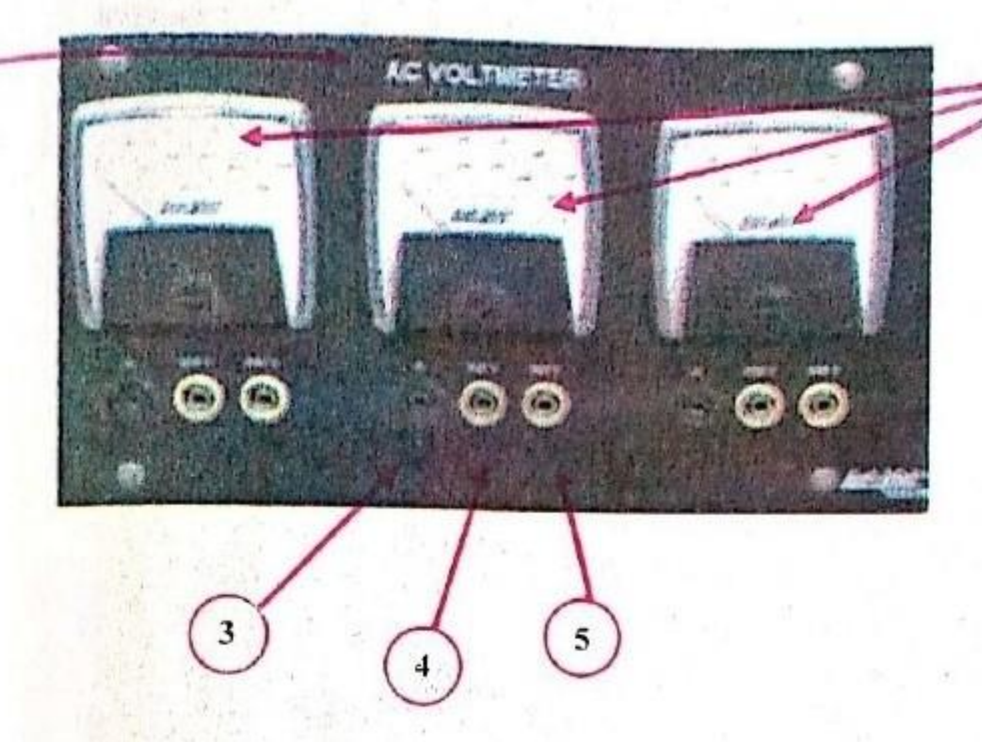
2- ....

3- ....

4- ....

5- ....

صورة رقم (5)



أكمل : أسم الوحدة الموضحة فى صورة رقم (5) هو ....
وتستخدم فى ....

أكتب ما تشير إليه الأرقام فى التقرير التالى :

تقرير صورة رقم (5)

1- ....

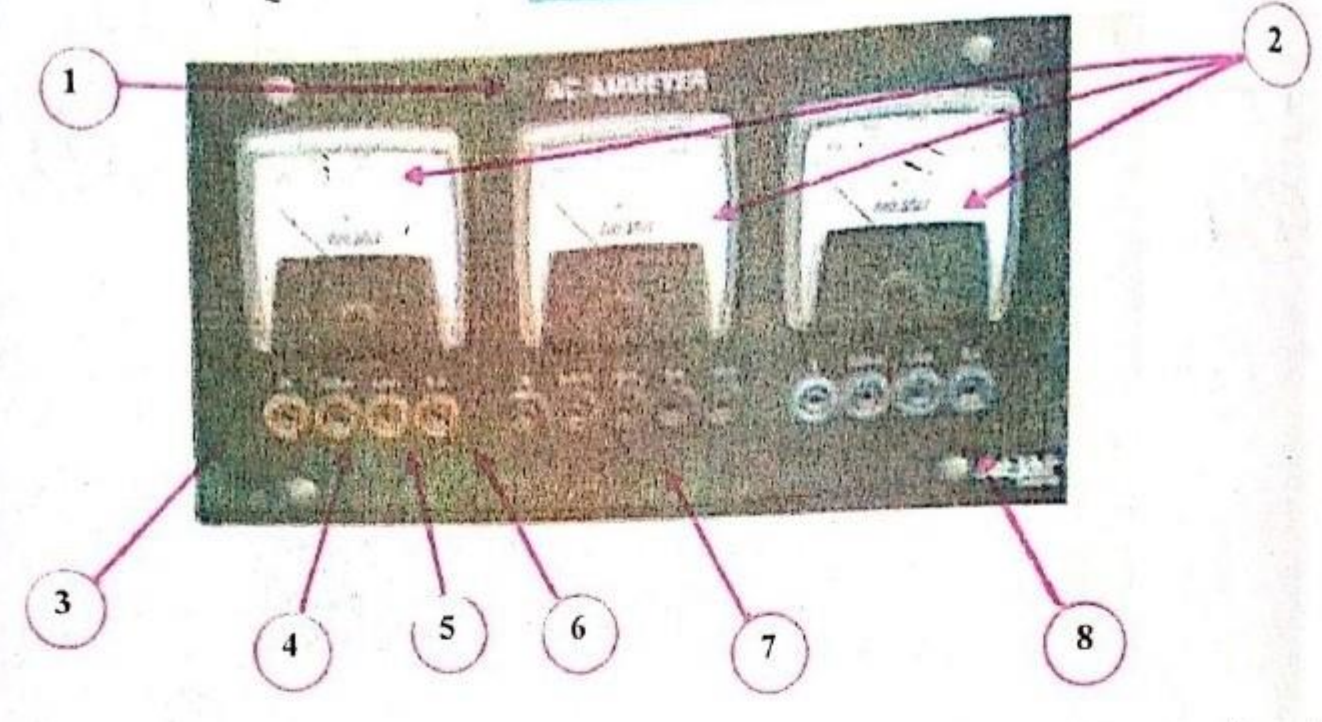
2- ....

3- ....

4- ....

5- ....

صورة رقم (6)



أكمل : أسم الوحدة الموضحة فى صورة رقم (6) هو ....
وتستخدم فى ....

أكتب ما تشير إليه الأرقام فى التقرير التالى :

تقرير صورة رقم (6)

1- ....

2- ....

3- ....

4- ....

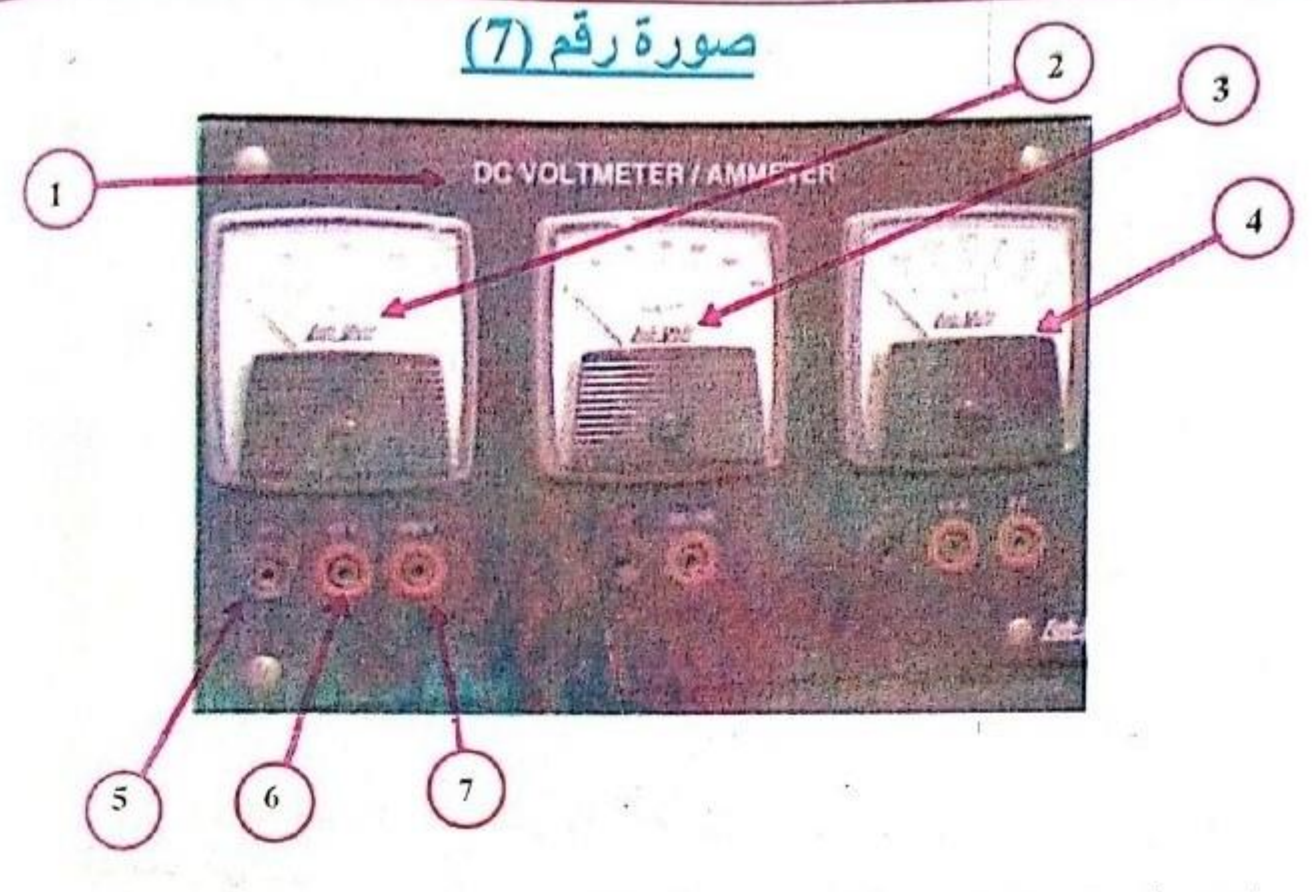
5- ....

6- ....

7- ....

8- ....

صورة رقم (7)



أكمل : أسم الوحدة الموضحة فى صورة رقم (7) هو ....
وتستخدم فى ....

أكتب ما تشير إليه الأرقام فى التقرير التالى :

تقرير صورة رقم (7)

1- ....

2- ....

3- ....

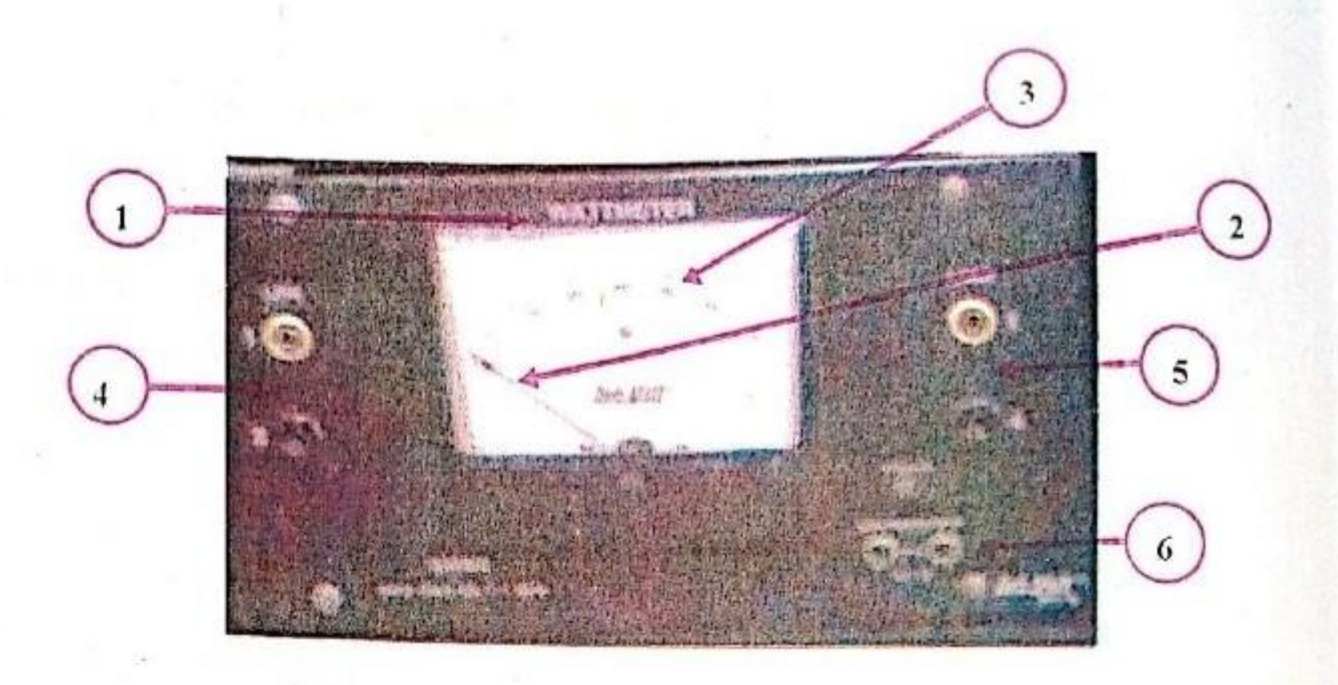
4- ....

5- ....

6- ....

7- ....

صورة رقم (8)



أكمل : أسم الوحدة الموضحة فى صورة رقم (8) هو ....
وتستخدم فى ....

أكتب ما تشير إليه الأرقام فى التقرير التالى :

تقرير صورة رقم (8)

1- ....

2- ....

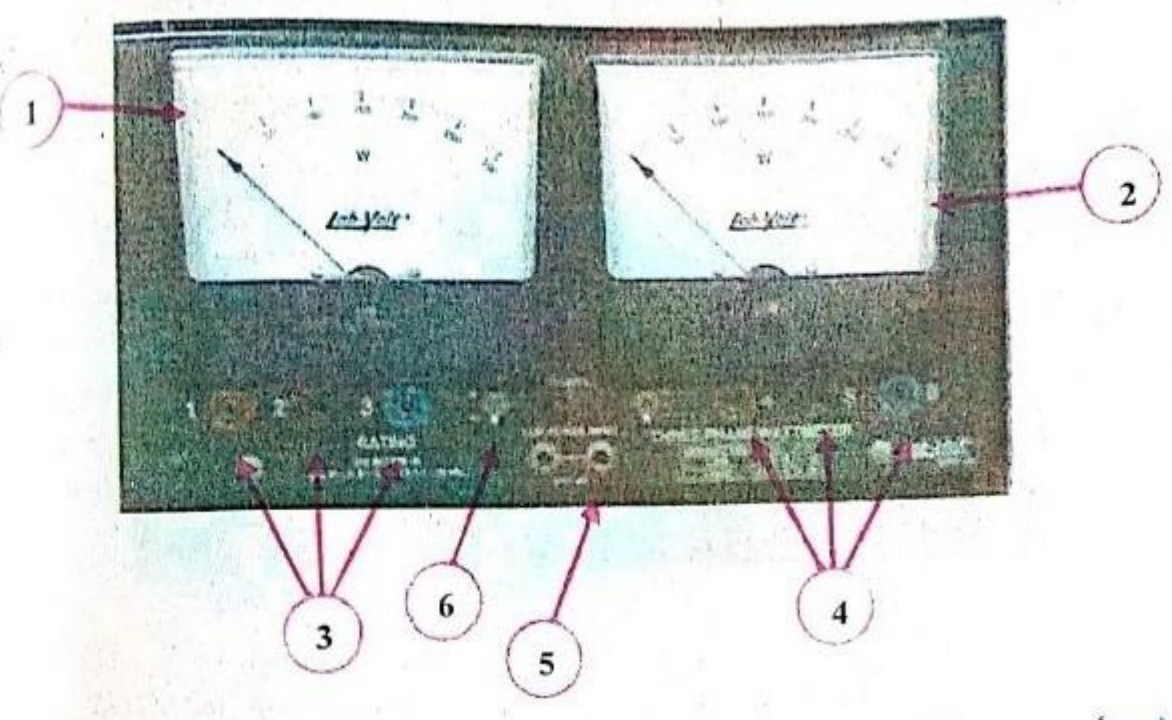
3- ....

4- ....

5- ....

6- ....

صورة رقم (9)



أكمل : أسم الوحدة الموضحة فى صورة رقم (9) هو ....
وتستخدم فى ....

أكتب ما تشير إليه الأرقام فى التقرير التالى :

تقرير صورة رقم (9)

-1 ....
....

-2 ....
....

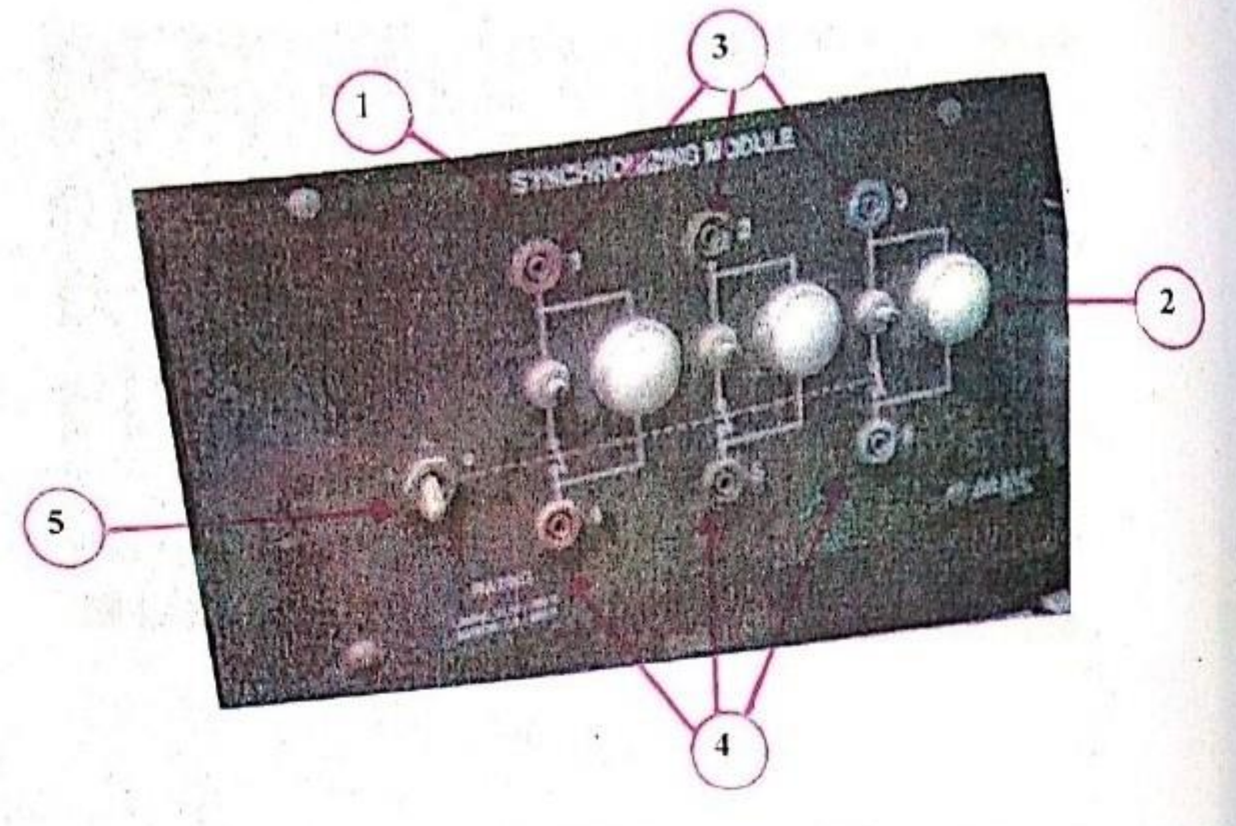
-3 ....
....

-4 ....
....

-5 ....
....

-6 ....
....

صورة رقم (10)



أكمل : أسم الوحدة الموضحة فى صورة رقم (10) هو ....
وتستخدم فى ....
أكتب ما تشير إليه الأرقام فى التقرير التالى :

تقرير صورة رقم (10)

1- ....

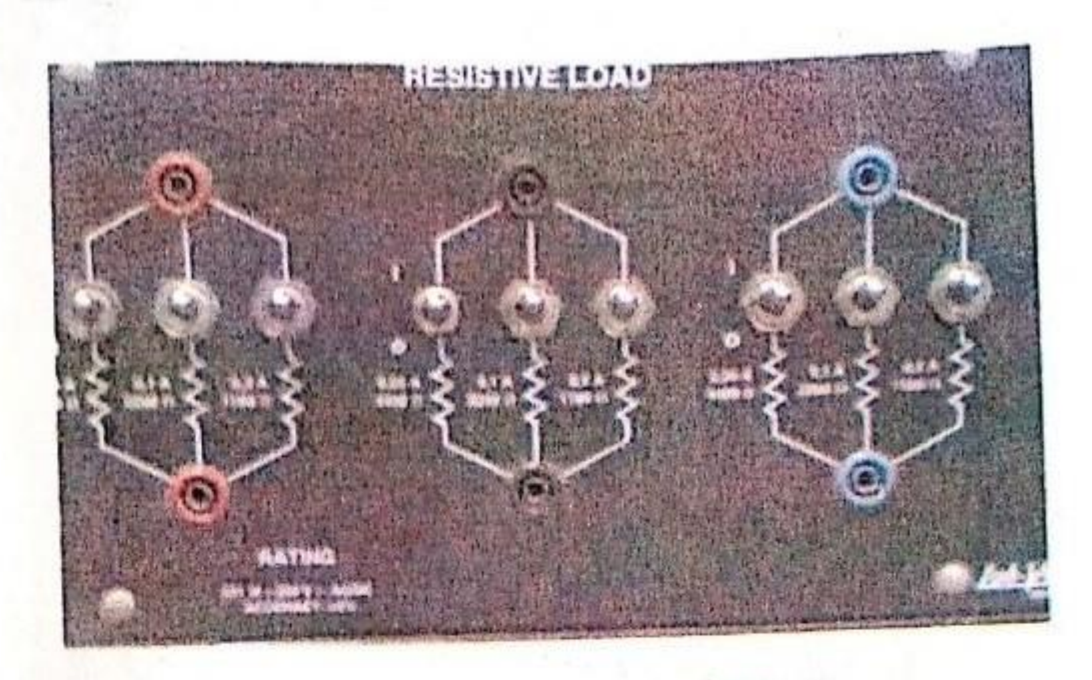
2- ....

3- ....

4- ....

5- ....

صورة رقم (11)



تقرير صورة رقم (11)

أكمل :

اسم الوحدة :....................................

يمكن توصيل هذه الوحدة فى الأحمال الثلاثية الأوجه على هيئة .... أو على هيئة ....

فى الأسطر التالية أذكر العلاقة بين التيار والجهد فى دائرة تحتوى على هذه الوحدة:

....

....

....

فى الأسطر التالية حدد كيف يمكن استخدام هذه الوحدة كحمل ثلاثى الأوجه متزن وكيف يمكن استخدامها كحمل ثلاثى الأوجه غير متزن

....

....

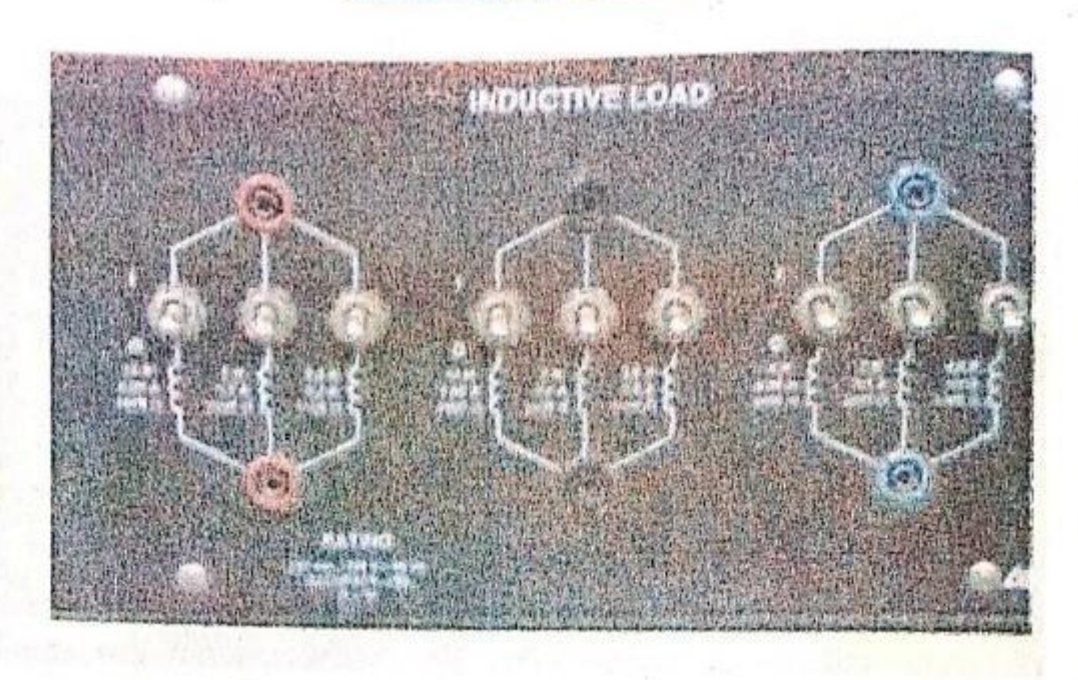
....

....

....

....

صورة رقم (12)



تقرير صورة رقم (12)

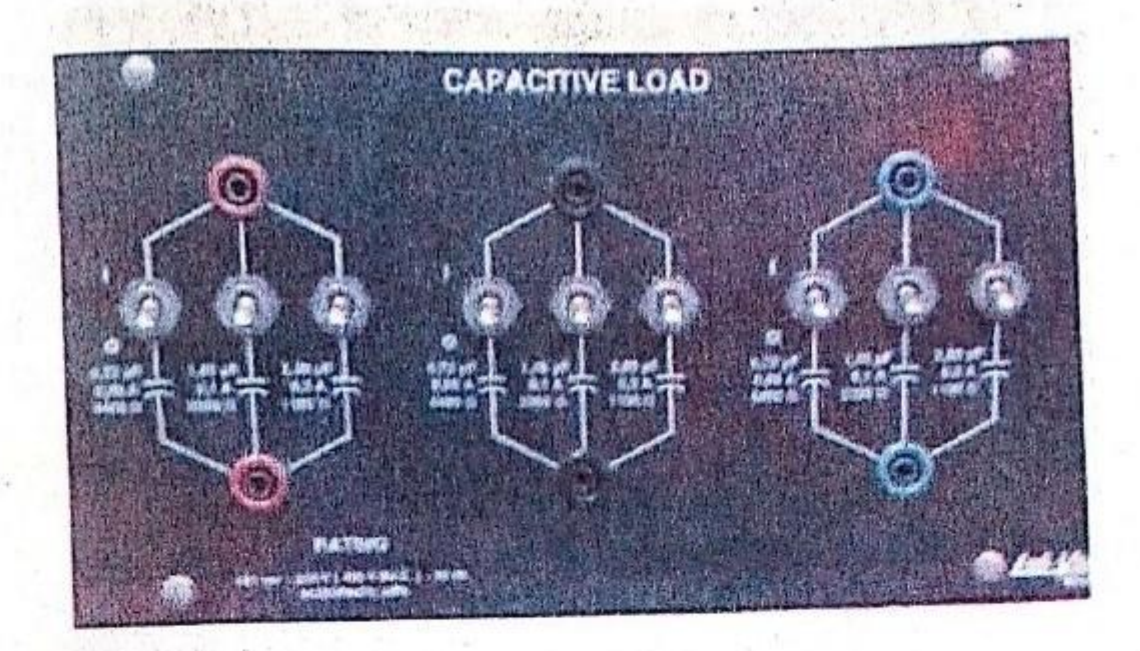
أكمل :

اسم الوحدة :..
يمكن توصيل هذه الوحدة فى الأحمال الثلاثية الأوجه على هيئة .... أو على هيئة ....

فى الأسطر التالية أذكر العلاقة بين التيار والجهد فى دائرة تحتوى على هذه الوحدة:
....
....

فى الأسطر التالية حدد كيف يمكن استخدام هذه الوحدة كحمل ثلاثى الأوجه متزن وكيف يمكن استخدامها كحمل ثلاثى الأوجه غير متزن
....
....
....
....
....

صورة رقم (13)



أكمل : تقرير صورة رقم (13)

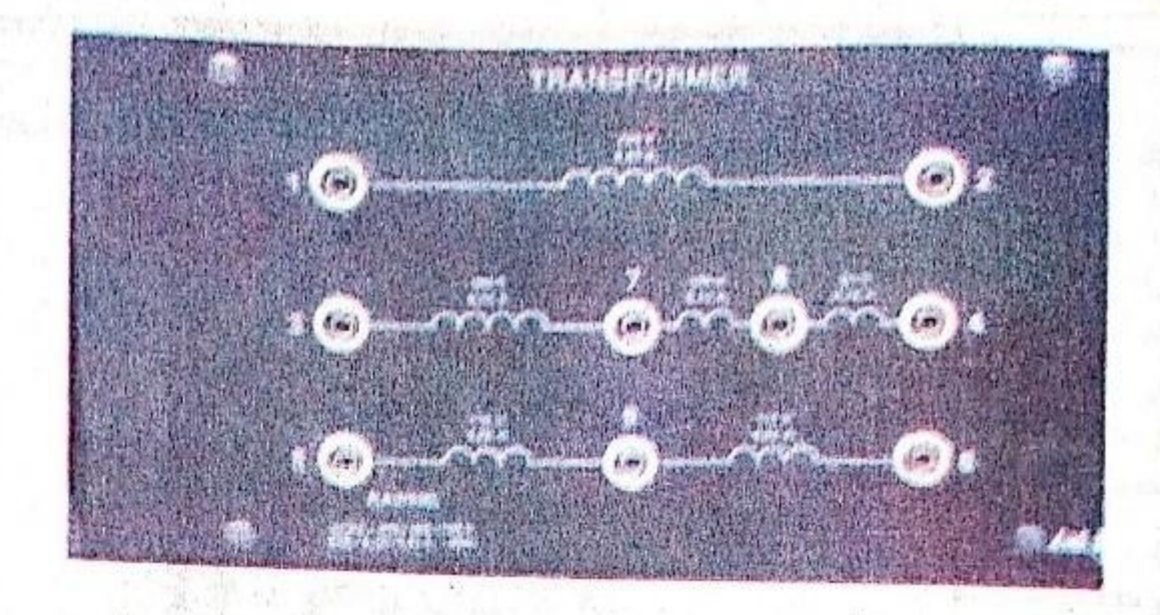
اسم الوحدة :...

يمكن توصيل هذه الوحدة فى الأحمال الثلاثية الأوجه على هيئة .... أو على هيئة ....

فى الأسطر التالية أذكر العلاقة بين التيار والجهد فى دائرة تحتوى على هذه الوحدة:
....
....
....
....

فى الأسطر التالية حدد كيف يمكن استخدام هذه الوحدة كحمل ثلاثى الأوجه متزن وكيف يمكن استخدامها كحمل ثلاثى الأوجه غير متزن .
....
....
....
....
....
....

صورة رقم (14)



تقرير صورة رقم (14)

أكمل :

اسم الوحدة :..

أذكر فى الأسطر التالية كيفية استخدام هذه الوحدة :

....

....

....

....

....

....

....

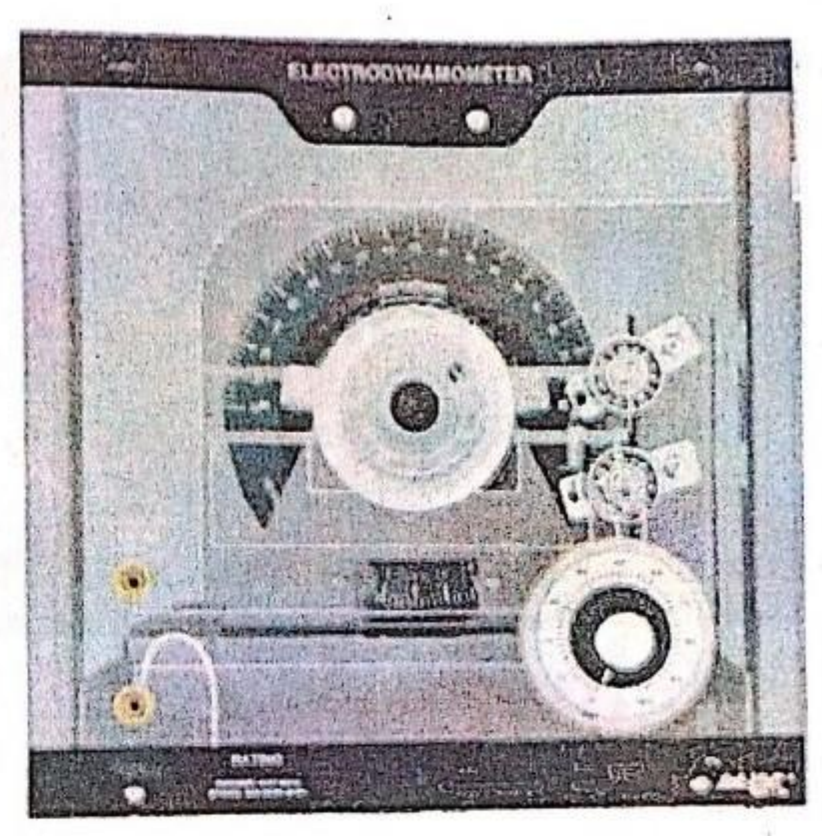
....

....

....

....

صورة رقم (15)



تقرير صورة رقم (15)

أكمل :

اسم الوحدة : ....

أذكر فى الأسطر التالية كيفية استخدام هذه الوحدة :

....
....
....
....
....
....
....
....
....

التجربة الأولى

إختبار مولد تيار متغير ثلاثى الأوجه فى حالة اللاحمل

الغرض من التجربة :

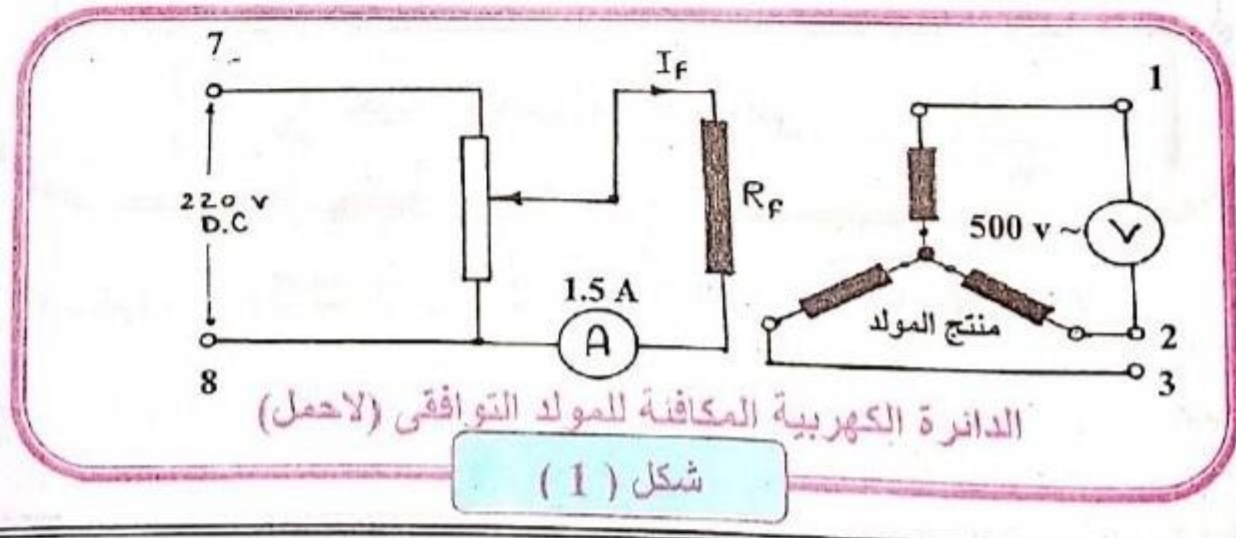
1- دراسة خواص مولد التيار المتغير ثلاثى الأوجه فى حالة اللاحمل (No Load)
2- رسم منحنى اللاحمل (No-Load Characteristic) للمولد التوافقى
3- رسم خط الثغرة الهوائية (Air-Gap Line) للمولد التوافقى
4- حساب قيمة مقاومة ملفات الأقطاب (Field Resistance)

الأجهزة والمكونات المطلوبة :

1- وحدة مولد / محرك تزامنى ثلاثى الأوجه
2- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب
3- منبع قدرة (380/220 فولت ثلاثى الأوجه – (0-220) فولت تيار مستمر)
4- جهاز قياس جهد تيار متردد (250/500) فولت
5- جهاز قياس تيار متردد (5-1) أمبير
6- جهاز قياس تيار مستمر (1.5-0.3) أمبير
7- أسلاك توصيل
8- سير ناقل حركة
9- تاكوميتر لقياس السرعة

خطوات إجراء التجربة :

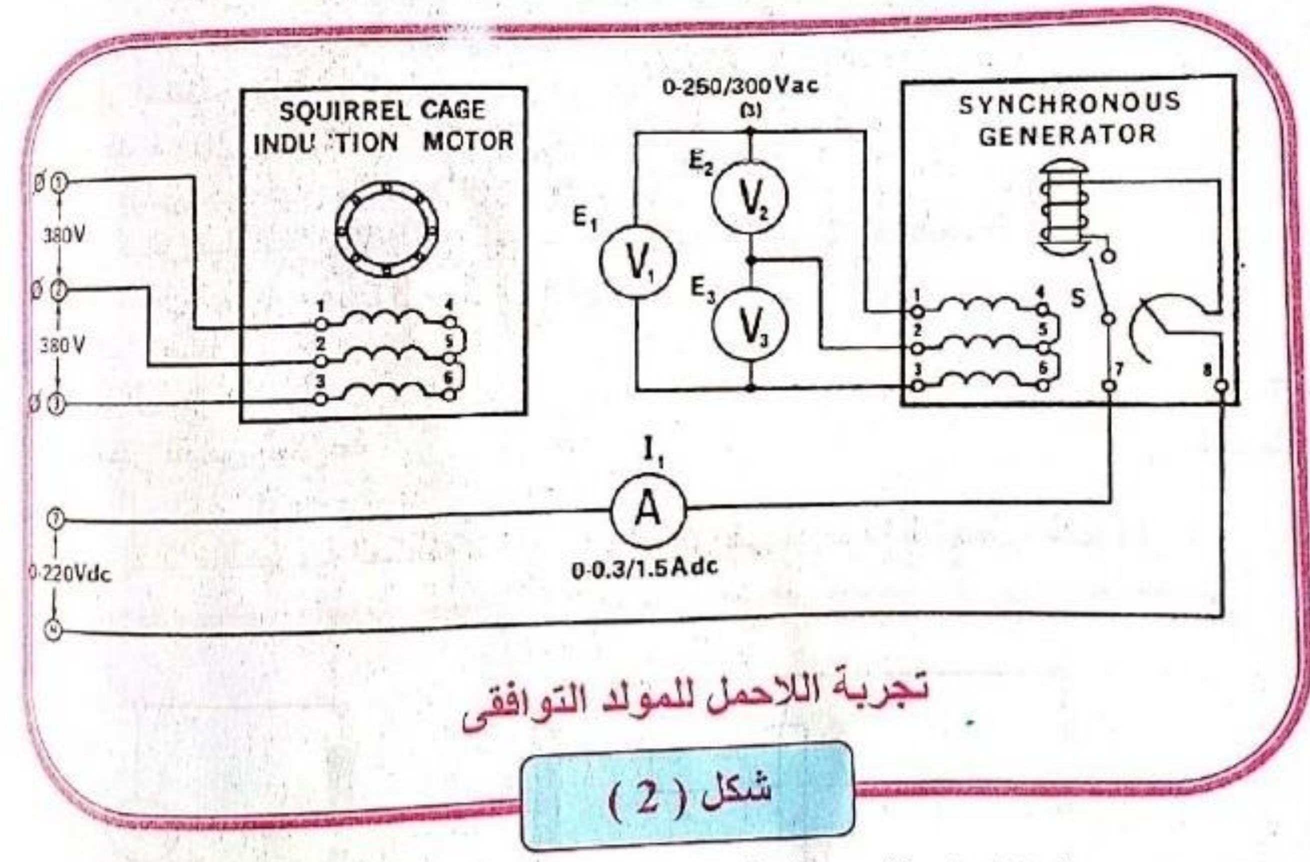
1- ارسم الدائرة الكهربية المكافئة لتجربة المولد التوافقى فى حالة اللاحمل شكل(1)



الدائرة الكهربية المكافئة للمولد التوافقى (لاحمل)

شكل (1)

2- مستخدما مولد / محرك تزامنى ومحرك ثلاثى الأوجه قفص سنجابى ومنبع قدرة وأجهزة قياس وصل الدائرة الموضحة فى شكل (2) . وسوف يستخدم محرك قفص السنجاب فى تشغيل مجموعة المولد / محرك تزامنى كمولد تيار متردد .
3- إقرن محرك قفص السنجاب بمولد التيار المتردد مستخدما سير ناقل الحركة
4- يتم ضبط تيار التغذية (I_F) عند الصفر . وبعد ذلك إدارة المولد إلى السرعة التوافقية له المكتوبة على لوحة البيانات الخاصة به بدون حمل
5- يتم تثبيت سرعة الدوران أثناء إجراء التجربة ويظل المولد بدون حمل
6- يتم زيادة شدة تيار التغذية على خطوات بحيث يكون مقدار كل خطوة 0.1 أمبير. تتم هذه الزيادة التدريجية عن طريق المقاومة المتغيرة الموجودة فى دائرة التغذية كما هو موضح بشكل (2)
7- تؤخذ قراءة الجهد الخارجى للمولد (V) من جهاز الفولتميتر عند كل خطوة يزيدها تيار التغذية (I_F) .



تجربة اللاحمل للمولد التوافقى

شكل (2)

8- يتم تسجيل قياسات كل من الفولتميتر (V) والأميتر (I_F) فى جدول كالآتى:

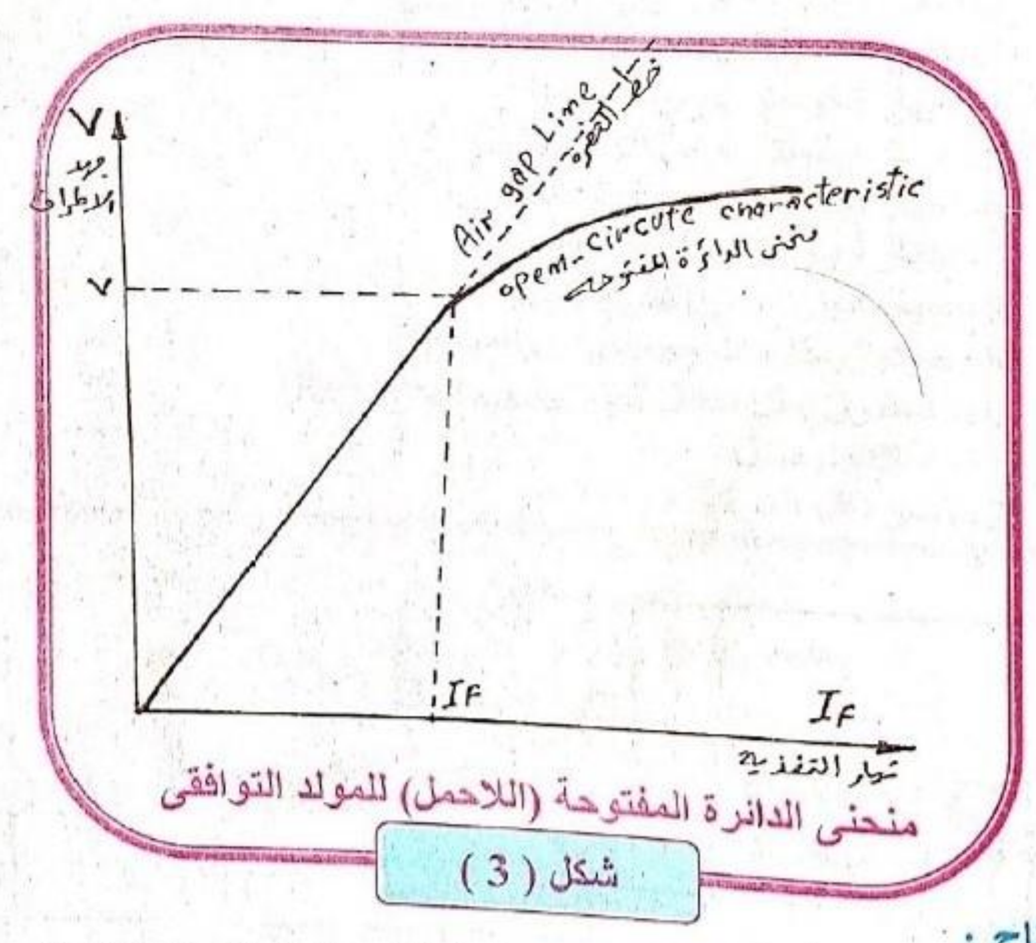
جدول (1) قراءات تجربة اللاحمل للمولد التوافقى

قراءة رقم	تيار التغذية (I_F) أمبير	جهد الأطراف (V) فولت	سرعة الدوران
1			السرعة ثابتة
2			وتساوى:
3			.... rpm
4			
5			

9- عين القراءات السابقة كنقط على ورقة رسم بيانى بحيث يكون تيار التغذية هو المحور الأفقى والجهد الطرفى هو المحور الرأسى شكل (3)

10- صل بين النقط تحصل على منحنى الدائرة المفتوحة O.C.C

11- احسب قيمة المقاومة (R_F) من الرسم البيانى من خط الثغرة Air gap Line



منحنى الدائرة المفتوحة (اللاحمل) للمولد التوافقى

شكل (3)

الاستنتاج :

1- يمكن الحصول على منحنى الدائرة المفتوحة (اللاحمل) للمولد التوافقى بإجراء تجربة للمولد فى حالة اللاحمل .

2- منحنى الدائرة المفتوحة له أكثر من إسم (منحنى المغنطة – المنحنى الداخلى)
3- يتكون منحنى الدائرة المفتوحة من جزئين
أ- جزء خطى فى البداية يسمى خط الثغرة الهوائية (Air – gap Line)
ب- جزء منحنى فى النهاية يمثل تشبع الأقطاب بالمغناطيسية (Saturation Part)
4- ميل خط الثغرة الهوائية يساوى قيمة مقاومة ملفات الأقطاب فإذا رمزنا لهذه المقاومة بالرمز (R_F) فنجد أن:

$$R_F = \frac{V}{I_F}$$

حيث (I_F ، V) تمثل أى نقطة على خط الثغرة الهوائية

ملحوظة: أجب عن أسئلة المناقشة فى آخر تجارب المعمل

التجربة الثانية

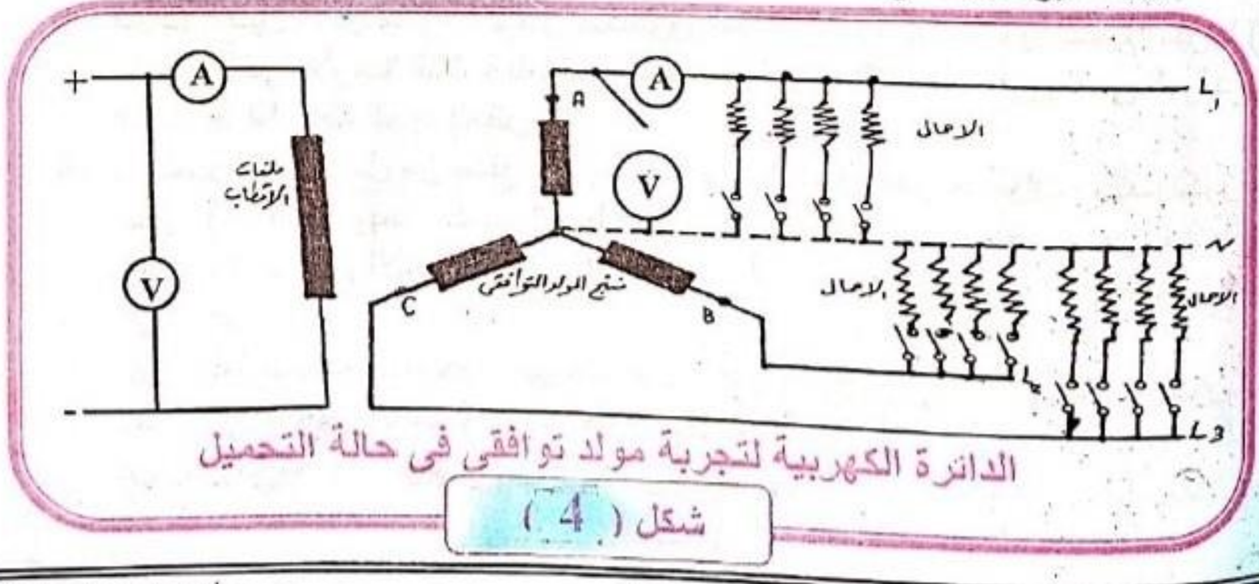
إختبار مولد تيار متغير ثلاثى الأوجه فى حالة التحميل
(حمل مادى – حمل حثى)

الغرض من التجربة :

1- دراسة تأثير تغير الحمل على أداء مولد التيار المتغير ثلاثى الأوجه
2- رسم العلاقة التى تربط بين كل من تيار الحمل والجهد الطرفى للمولد المتغير ثلاثى الأوجه التوافقى .

الأجهزة والمكونات المطلوبة :

1- وحدة مولد / محرك تزامنى ثلاثى الأوجه
2- محرك تيار مستمر توازى (220 v dc)
3- منبع قدرة (380/220 فولت ثلاثى الأوجه – (0-220) فولت تيار مستمر)
4- جهاز تاكوميتر لقياس السرعة
5- جهاز فولتميتر لقياس التيار المستمر
6- جهاز فولتميتر لقياس التيار المتغير
7- جهاز أميتر لقياس التيار المتردد
8- جهاز أميتر لقياس التيار المستمر
9- صندوق مقاومات (Resistive Loads)
10- صندوق يمثل احمال حثية (Reactive Loads)
11- أسلاك توصيل
12- سير ناقل للحركة

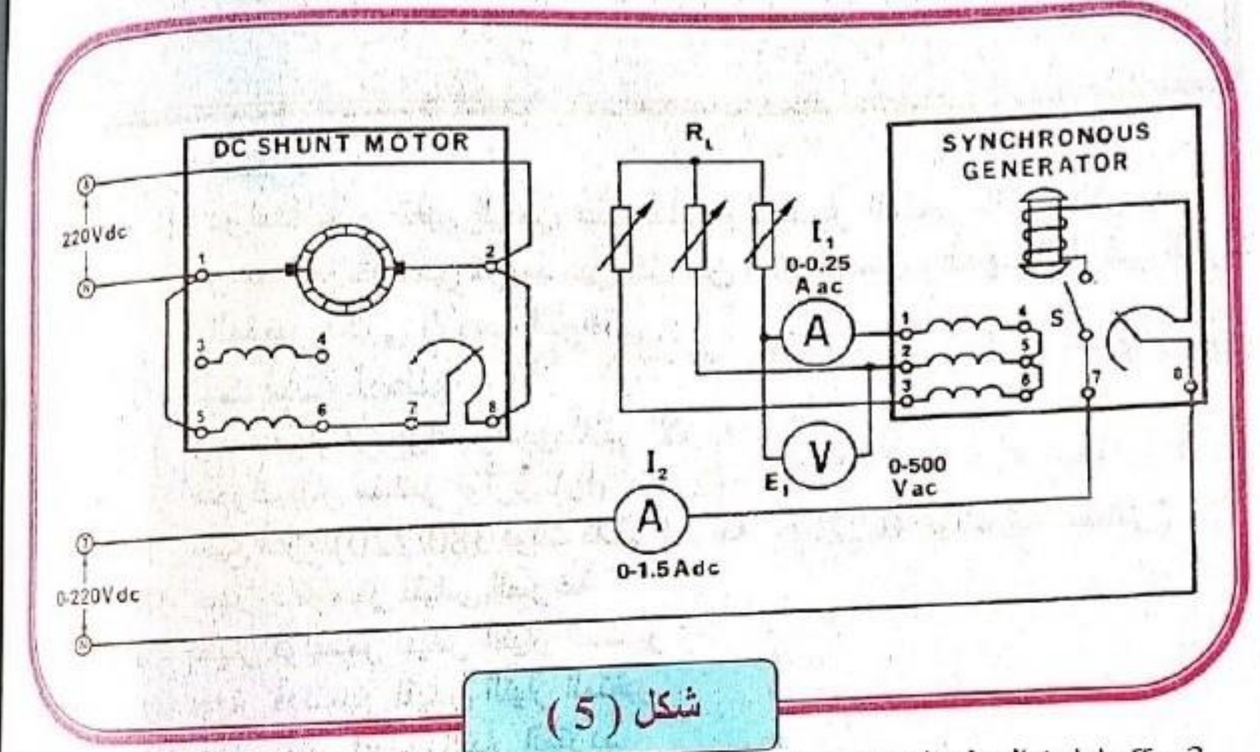


الدائرة الكهربية لتجربة مولد توافقى فى حالة التحميل

شكل (4)

خطوات إجراء التجربة :

1- ارسم الدائرة الكهربية المكافئة لتجربة التحميل للمولد الثلاثى الأوجه التوافقى شكل(4)
2- يتم توصيل الدائرة الكهربية كما هو مبين بشكل (5)



شكل (5)

3- تتم ادارة المولد التوافقى بواسطة محرك مستمر توازى خارجى إلى أن تصل سرعته إلى السرعة التوافقية . إستعن بالتاكوميتر لضبط السرعة وتظل السرعة ثابتة أثناء إجراء التجربة

4- يتم ضبط تيار التغذية (I_F) حتى يعطى المولد التوافقى الجهد المقنن عند أطراف الدائرة المفتوحة للمولد . تظل شدة تيار التغذية ثابتة عند هذه القيمة أثناء إجراء التجربة .

5- قم بتوصيل حمل مقاومات من صندوق المقاومات بحيث يكون الحمل متزنا (أى متساوى فى الأوجه الثلاثة للمولد) . يتم ضبط تيار التغذية حتى يعطى المولد تيار الحمل الكامل عند الجهد المقنن .

6- يتم تغيير تيار الحمل من صفر حتى تيار الحمل الكامل على خطوات بحيث تكون كل خطوة (1) أمبير وبعد ذلك يتم تسجيل قراءة كل من الفولتميتر المتصل بين أحد طرفى أحد أوجه الحمل والأميتر الذى يقراء شدة تيار الحمل يتم تدوين هذه القراءات فى جدول (2) .

7- عين النقط السابقة (الموجودة فى جدول 2) على ورقة الرسم البيانى بحيث يكون تيار الحمل هو المحور الأفقى والجهد الطرفى هو المحور الرأسى .

8- كرر كل ما سبق مع حمل حثى مكان الحمل المادى



جدول (2) قراءات المولد التوافقى فى حالة الحمل

جهد الوجه (V)	V										
تيار الحمل (A)	I										

الاستنتاج :

1- يمكن الحصول على منحنى الحمل للمولد التوافقى بإجراء تجربة المولد التوافقى فى حالة التحميل .

2- هناك مسميات أخرى لمنحنى الحمل للمولد التوافقى هى كما يلى :

أ- المنحنى الخارجى للمولد التوافقى

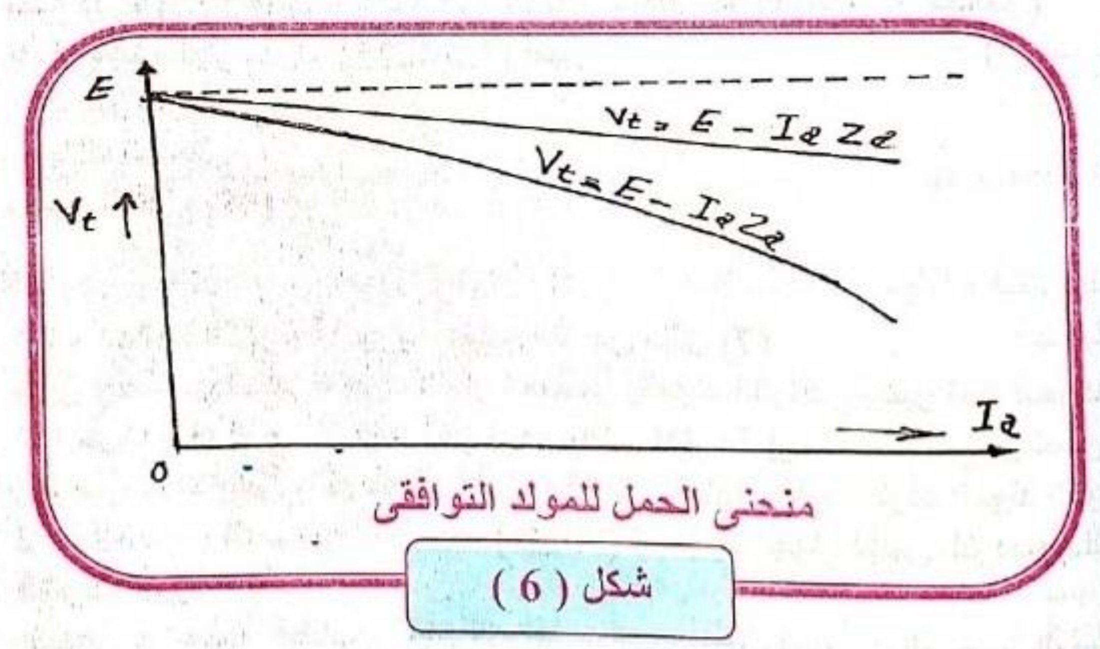
ب- منحنى الجهد والتيار للمولد التوافقى V - I

3- يبين شكل (6) منحنى الحمل للمولد التوافقى

4- على الطالب تسجيل أى ملحوظات أو أى مشاهدات تثير اهتمامه أثناء إجراء التجربة مثل:

أ- تأثير تغيير معامل القدرة للحمل على شكل منحنى الحمل

ب- تأثير تغيير سرعة دوران المولد التوافقى على شكل منحنى الحمل



منحنى الحمل للمولد التوافقى

شكل (6)

ملحوظة :

على الطالب متابعة أسئلة للمناقشة فى آخر التجارب ومناقشتها مع السيد المدرس

التجربة الثالثة

ادخال مولد تيار متغير ثلاثى الأوجه مع الشبكة بالتوازى بإستخدام (المصابيح المضاءة أو المطفأة أو جهاز السنكروسكوب)

الغرض من التجربة :

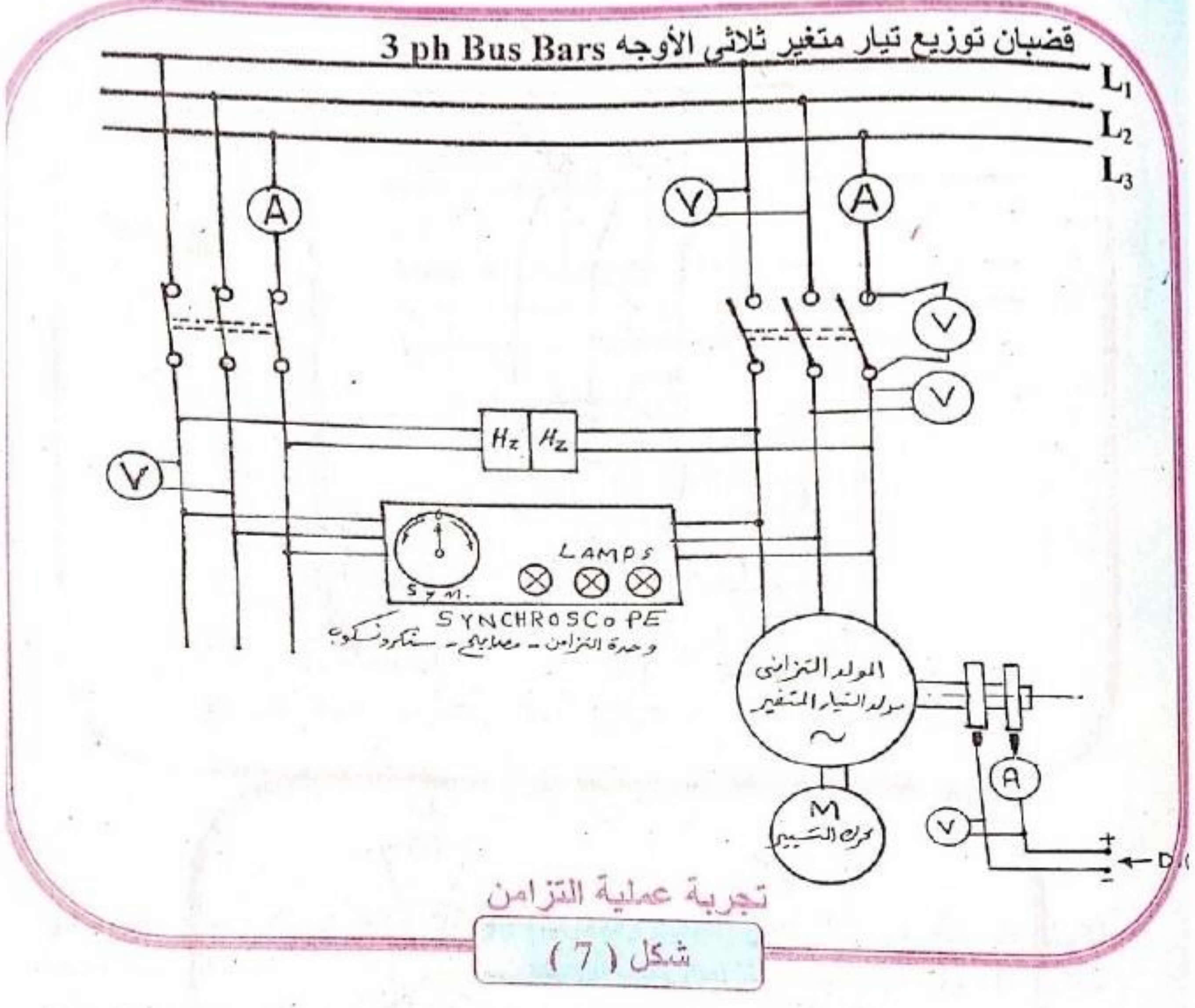
إجراء عملية التزامن لتحقيق شروط التزامن لمولد توافقى ثلاثى الأوجه لإدخاله على الشبكة الكهربية بالتوازى .

الأجهزة والمكونات المطلوبة :

1- وحدة مولد / محرك تزامنى
2- وحدة مولد / محرك تيار مستمر
3- وحدة مفتاح تزامنى مع جهاز سنكروسكوب
4- عدد 3 مصابيح متوهجه قدرة كل منها 100 وات
5- عدد 2 جهاز قياس تردد (45-55) هيرتز
6- عدد 4 جهاز فولتميتر
7- منبع قدرة (380/220 فولت ثلاثى الأوجه – (0-220) فولت تيار مستمر)
8- جهاز قياس تيار متردد (0.25-1.5) أمبير
9- عداد سرعة (تاكوميتر)
10- أسلاك توصيل
11- سير (ناقل حركة)

خطوات إجراء التجربة :

1- ارسم الدائرة الكهربية لتجربة عملية التزامن شكل (7)
2- إقرن (صل ميكانيكيا) محرك التيار المستمر بالمولد التوافقى بسير ناقل الحركة
3- إبدأ حركة محرك التيار المستمر (DC Motor) بغلق مفتاحه إلى أن تصل سرعته إلى سرعة التزامن (التوافق) بالإستعانة بالتاكوميتر – اضبط تردد المولد التوافقى مع تردد القضبان العمومية عند تردد (50Hz) كما يبينه جهاز قياس التردد وبذلك يتحقق الشرط الأول .
4- اضبط تيار تغذية أقطاب المولد التوافقى باستخدام المقاومات المتغيرة الموجودة فى دائرة تنبيه المولد حتى يصل المولد إلى الجهد المقنن للمولد ويتساوى مع جهد الشبكة الكهربية وذلك من ملاحظة جهاز الفولتميتر . وبذلك يتحقق الشرط الثانى .



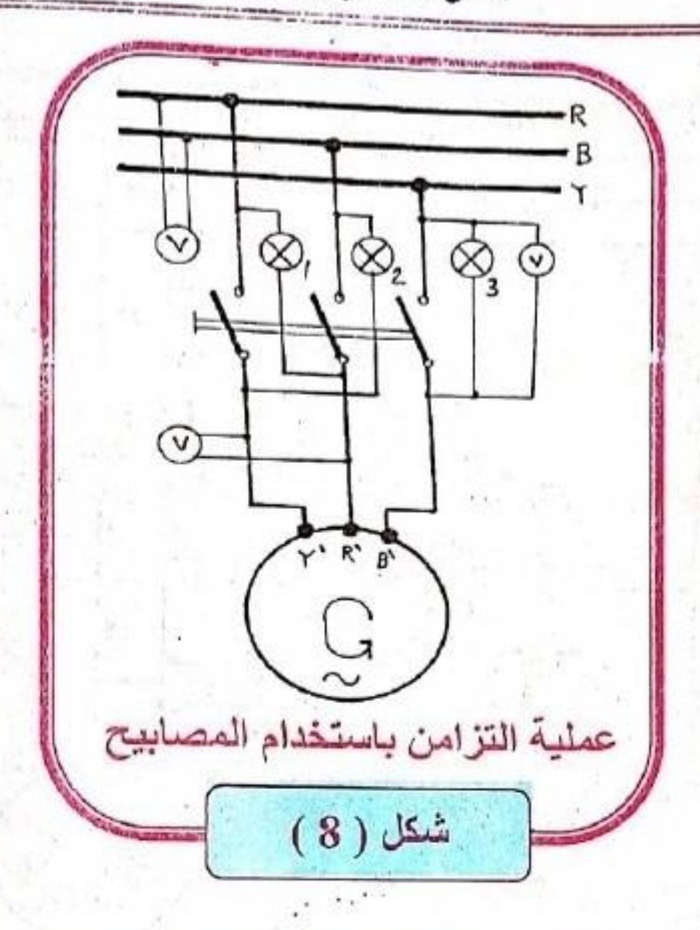
تجربة عملية التزامن

شكل (7)

5- اختبر تتابع الأوجه للمولد الداخل RST أو (RYB) بحيث تكون هى نفسها للشبكة الكهربية

6- بالنسبة لشرط تطابق زاوية أوجه المولد الداخل على زاوية أوجه الشبكة فاستخدم احدى الطريقتين الآتيتين :

أولاً: توصل كما بشكل (8) يوصل مصباح (L_1) ما بين R ، R̀ ومصباح (L_2) بين Ỳ ، B ومصباح (L_3) بين Y ، B̀ . وبذلك تضئ الثلاثة مصابيح واحدة تلو الأخرى بترتيب 1 ، 2 ، 3 إذا كانت سرعة الداخل أسرع . وتكون بالترتيب العكسى 3 ، 2 ، 1 إذا كانت سرعة المولد أبطأ . وعندما تكون إضاءة المصابيح واحدة مظلمة و 2 مضاءة وصل المولد بالشبكة ، وتسمى هذه الطريقة : بطريقة المصباح المظلم والمصباحين مضاءين كما فى شكل (9) .

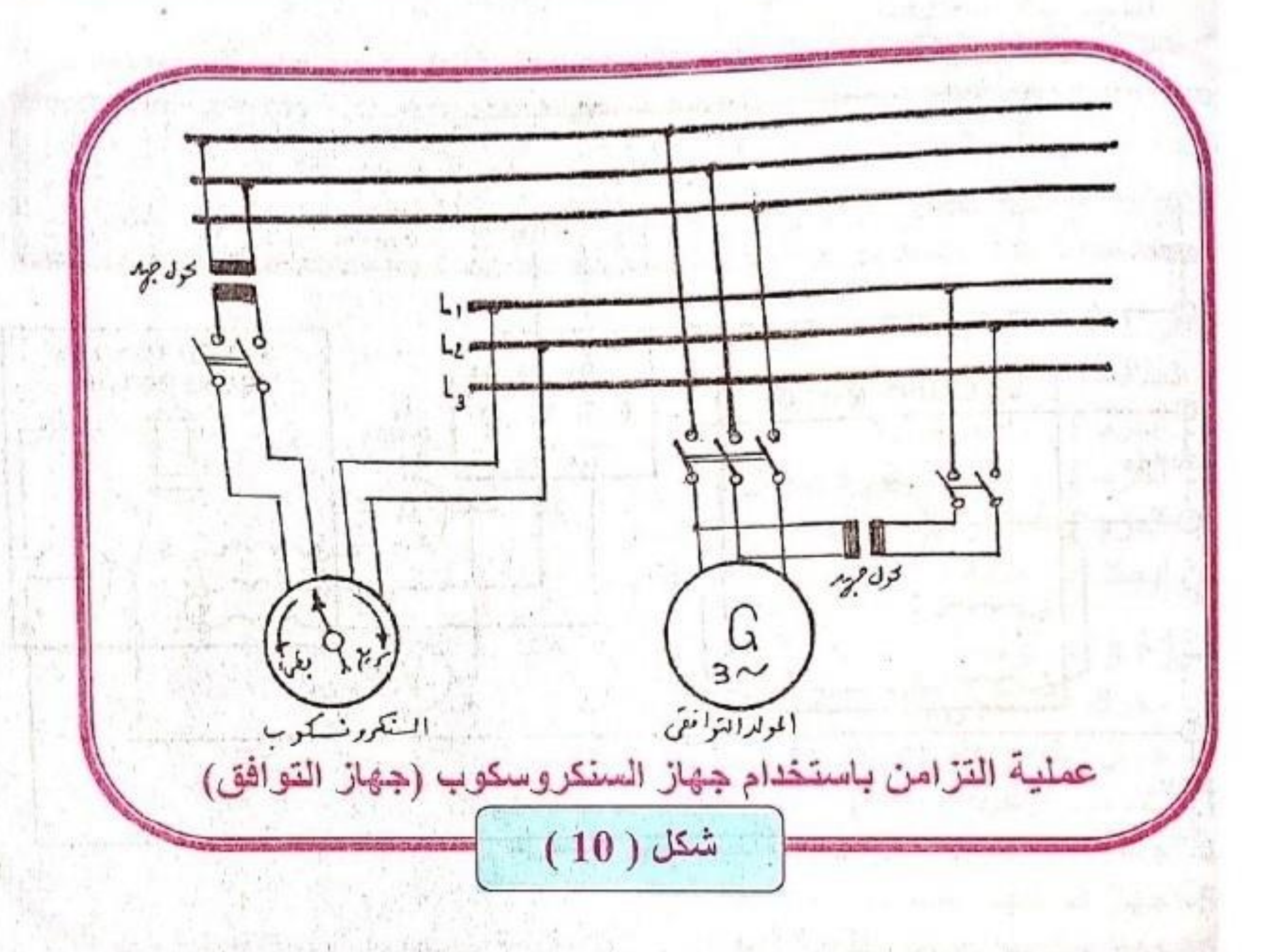


عملية التزامن باستخدام المصابيح

شكل (8)

طريقة معرفة لحظة التوافق

شكل (9)

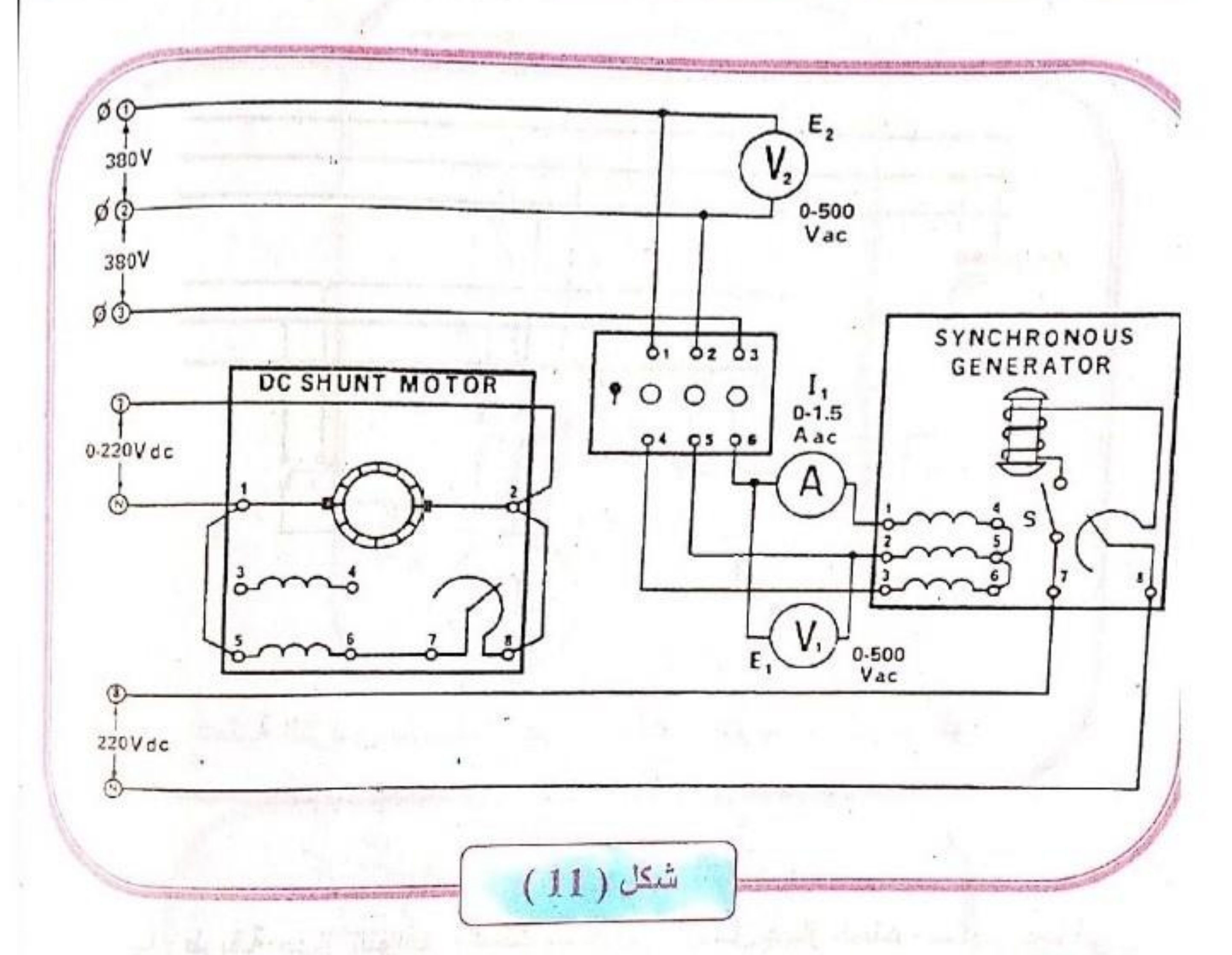


عملية التزامن باستخدام جهاز السنكروسكوب (جهاز التوافق)

شكل (10)

ثانياً : طريقة جهاز التوافق (السنكروسكوب) : وصل جهاز السنكروسكوب كما فى شكل (10) ولتحقيق شرط التزامن يجب أن يكون مؤشر جهاز التزامن فى المنتصف ورأسيا إلى أعلى . فإذا كان المؤشر يدور نحو اليسار فمعنى ذلك أن المولد بطئ (Slow) فيجب تعجيله حتى يعود المؤشر إلى الوضع الرأسى . أما إذا كان المؤشر يتحرك ناحية اليمين فمعنى ذلك أن المولد الداخل إلى الشبكة سريع (Fast) فيجب خفض سرعته حتى يعود المؤشر إلى الوضع الرأسى . وهذه هى لحظة التزامن لإدخال المولد إلى الشبكة وعندها اغلق مفتاح السكينة للمولد .

(11) يوضح معمليا توصيل المولد مع الشبكة بالتوازى بواسطة المصابيح



شكل (11)

الاستنتاج :

يمكن ادخال المولد التوافقى إلى الشبكة على التوازى بتحقيق :

1- تساوى التردد بين المولد والشبكة
2- تساوى الجهد بين المولد والشبكة
3- تتابع الأوجه بين المولد والشبكة
4- الاتفاق الوجهى الواحد بين المولد والشبكة
بالاستعانة بالمصابيح أو بجهاز السنكروسكوب

ملحوظة :

على الطالب متابعة أسئلة للمناقشة فى آخر التجارب ومناقشتها مع السيد المدرس لتوضيح مالم يستوعب منها .

التجربة الرابعة

اختبار المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه لإيجاد العلاقة بين: (العزم – السرعة) ، (العزم - معامل القدرة) ، (العزم – تيار الحمل)

الغرض من التجربة :

إيجاد العلاقات الآتية :

1- العزم T – السرعة N
2- العزم T – معامل القدرة Cosφ
3- العزم T – تيار الحمل I_L

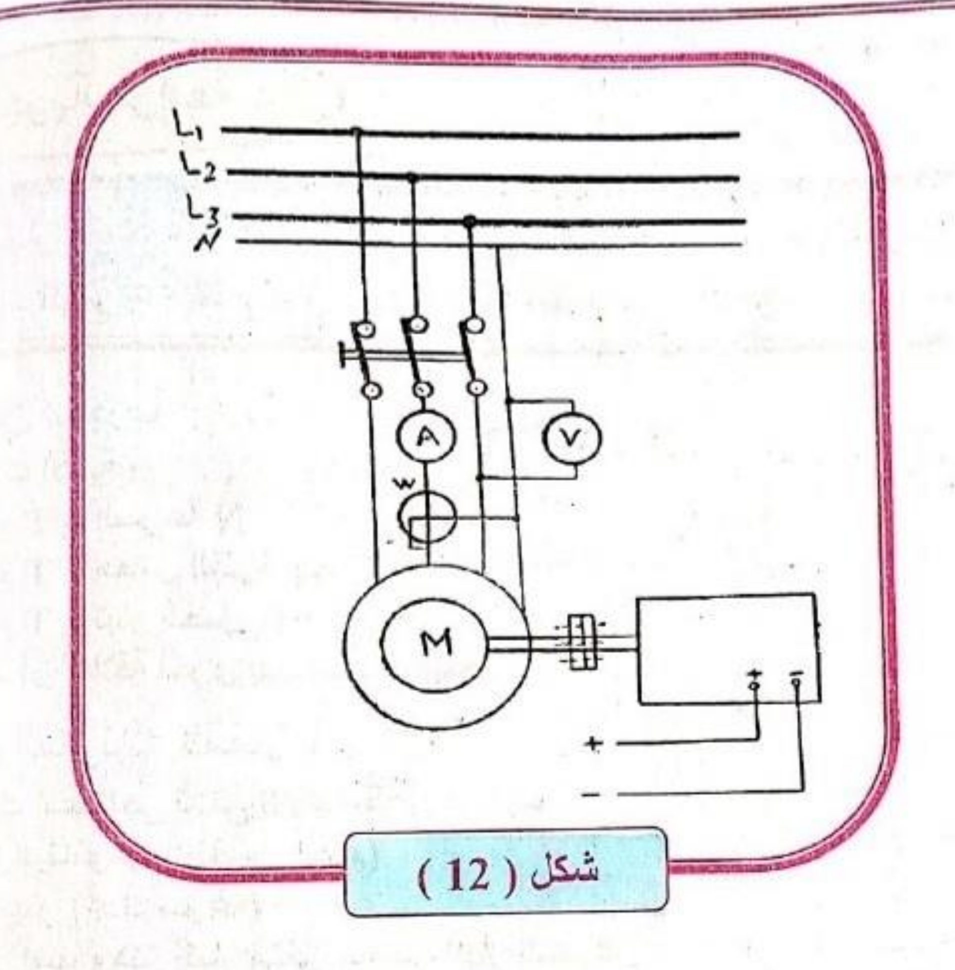
ويمكن إيجاد أى علاقة أخرى بين القيم السابقة

الأجهزة والمكونات المطلوبة :

1- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب
2- جهاز ديناموميتر (لقياس العزم)
3- تاكوميتر (عداد سرعة)
4- جهاز أمبيروميتر تيار متغير مناسب لتيار المحرك
5- جهاز فولتميتر مناسب
6- جهاز واتميتر مناسب لقدرة المحرك
7- منبع قدرة (380/220 فولت ثلاثى الأوجه – (0-220) فولت تيار مستمر)
8- سير ناقل للحركة
9- أسلاك توصيل

خطوات إجراء التجربة :

1- ارسم الدائرة الكهربية المكافئة للمحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه قبل إجراء التجربة شكل (12)
2- ادرس اللوحة المعدنية الموجودة على المحرك وسجل بيانات المحرك
3- وصل المحرك كما بشكل (13)
4- وصل التيار الكهربى ثلاثى الأوجه للمحرك الاستنتاجى
5- سجل قراءات الأجهزة فى حالة اللاحمل
6- قس السرعة فى حالة عدم الحمل
7- حمل المحرك بواسطة الدينموميتر حتى يسجل الأمبيروميتر تيار المحرك ثم سجل قراءة الدينموميتر بالنيوتن متر .



شكل (12)

8- احسب القدرة الخارجة باستخدام المعادلة :

$$P_{out} \text{ in Watt} = \frac{2\pi \times T \times N}{60}$$

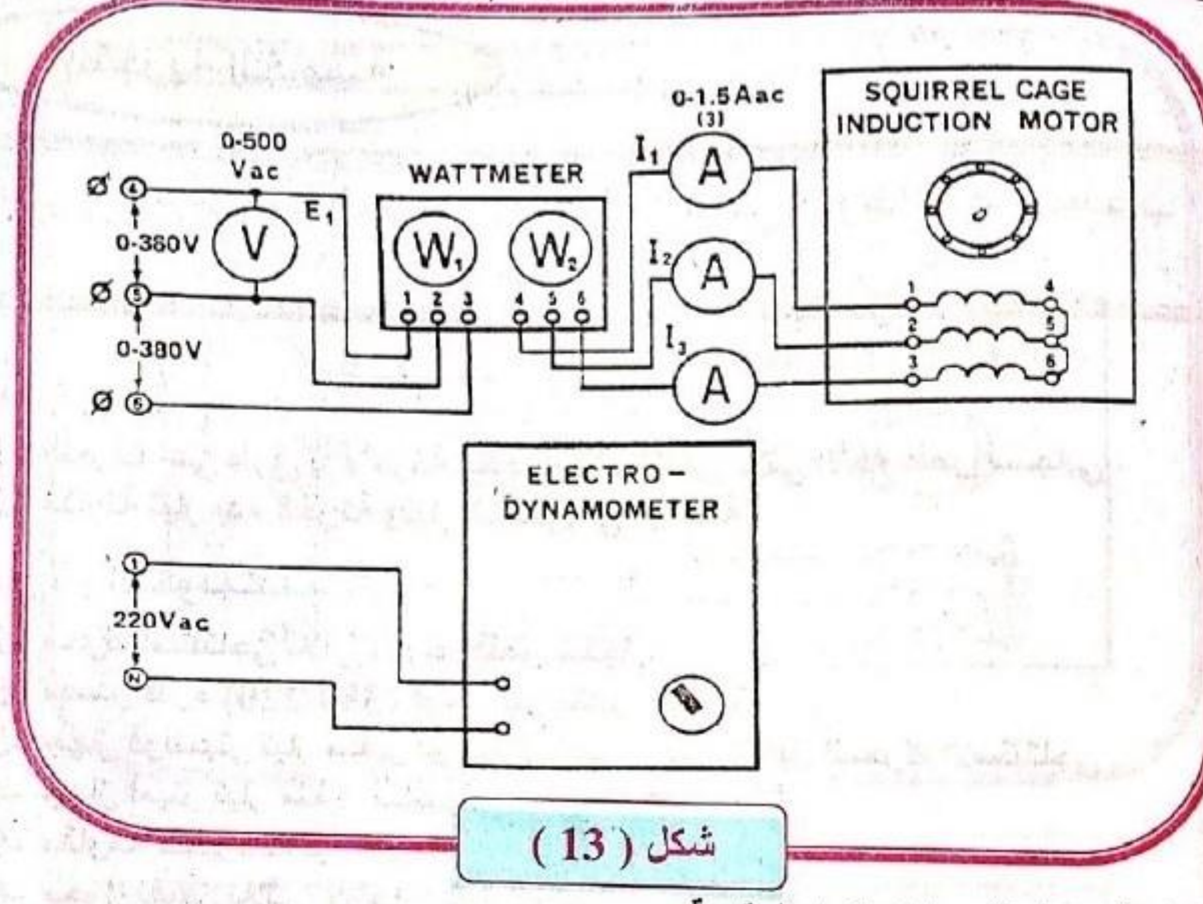
حيث T : العزم بالنيوتن متر = قراءة الديناموميتر

N : السرعة باللفة / دقيقة

9- سجل قراءة الأجهزة فى حالة التحميل

10- دون القراءات التى تحصل عليها فى الجدول التالى :

العزم N.M	السرعة r.p.m	الانزلاق المئوى S%	القدرة الخارجة W	القدرة الداخلة W	تيار الوجه A	جهد الوجه V	القدرة الظاهرية V.A	معامل القدرة Cosφ	الجودة η	تيار عزم الحمل A

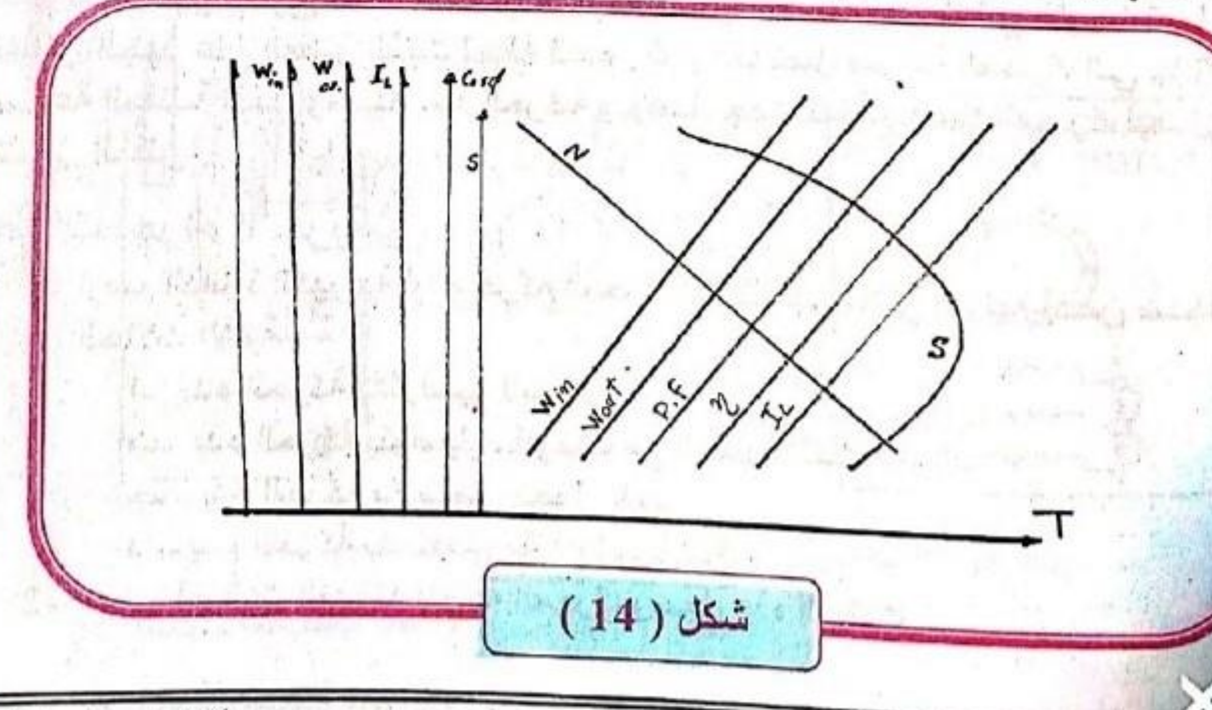


شكل (13)

11- قم بعمل الحسابات كما بالمقدمة

12- ارسم منحنيات (العزم – السرعة) ، (العزم – معامل القدرة) ، (العزم – تيار الحمل) تحصل على المنحنيات شكل (14)

13- أكتب ملاحظاتك واستنتاجاتك



شكل (14)

التجربة الخامسة

اختبار بدء تشغيل المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب بعدة طرق

الهدف من التجربة :

1- التعرف على طرق بدء حركة المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأجه قفص سنجابى
2- مقارنة تيار بدء الحركة وتيار التشغيل فى كل حالة

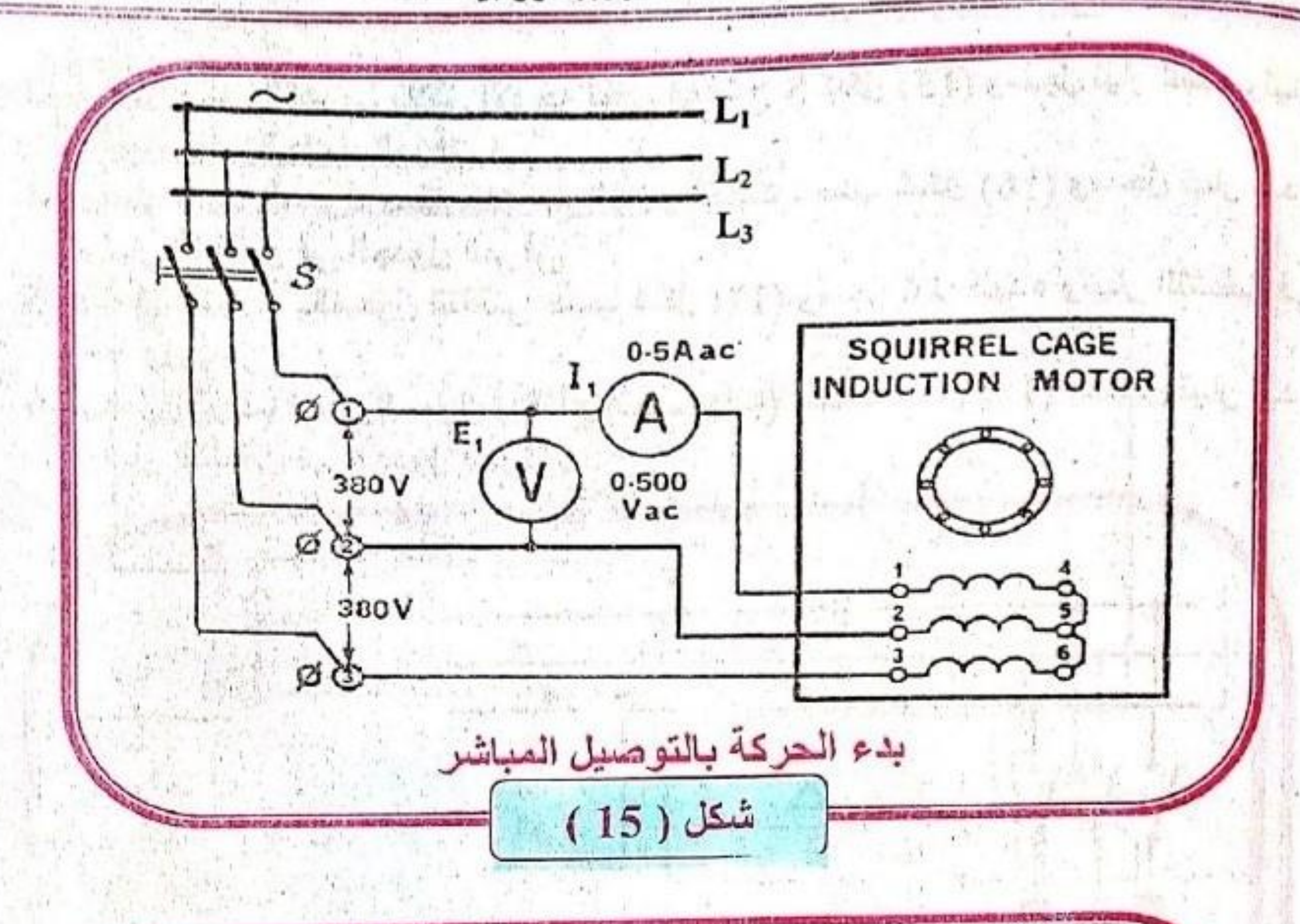
الأجهزة والمكونات المطلوبة :

1- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب
2- مصدر قدرة (380/220) فولت تيار متغير 50 Hz
3- جهاز فولتميتر تيار متغير ذو مقنن مناسب لجهد تشغيل المحرك الاستنتاجى
4- جهاز أميتر تيار متغير مناسب
5- مقاومة متغيرة ثلاثية الأوجه
6- محول نفسى ثلاثى الأوجه يمكن التحكم فى جهد خرجه
7- مفتاح نجمة / دلتا
8- اسلاك توصيل

ملحوظة : كل الطرق المستخدمة لبدء حركة المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه تعمل على تخفيض الجهد على العضو الثابت لحظة البدء . ثم بعدما تصل سرعة المحرك إلى 75% من السرعة المقننة تلغى وسيلة بدء الحركة ويوصل جهد المنبع كاملا للمحرك ليعمل بتيار التشغيل المقنن .

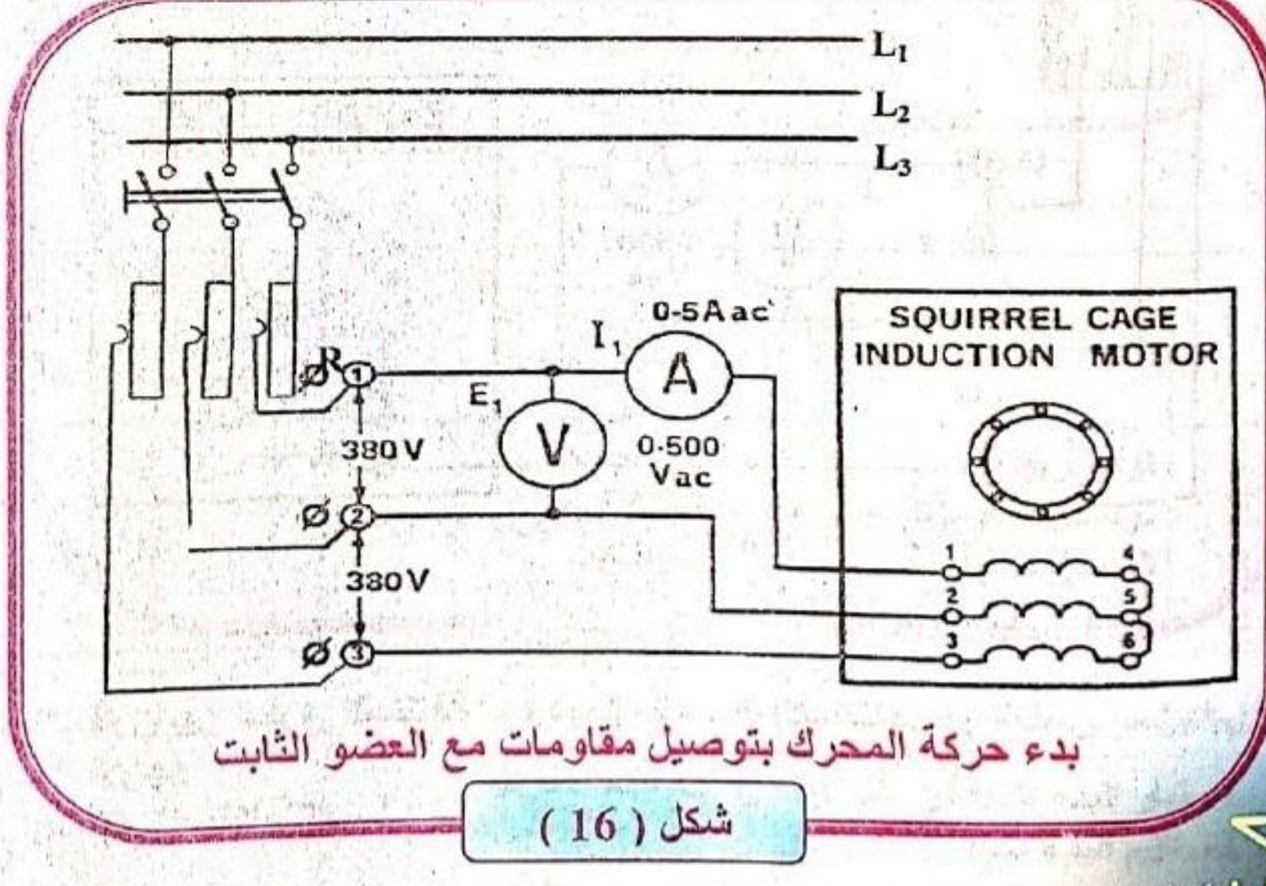
خطوات إجراء التجربة :

1- ارسم الدائرة الكهربية لبدء حركة المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب فى الحالات الآتية
أ- بدء الحركة بالتوصيل المباشر
ب- بدء الحركة بتوصيل مقاومات مع العضو الثابت
جـ - بدء الحركة باستعمال محول نفسى
د - بدء الحركة باستعمال مفتاح نجمة / دلتا
2- ادرس البيانات المدونه بلوحة المحرك وسجل هذه البيانات



بدء الحركة بالتوصيل المباشر

شكل (15)



بدء حركة المحرك بتوصيل مقاومات مع العضو الثابت

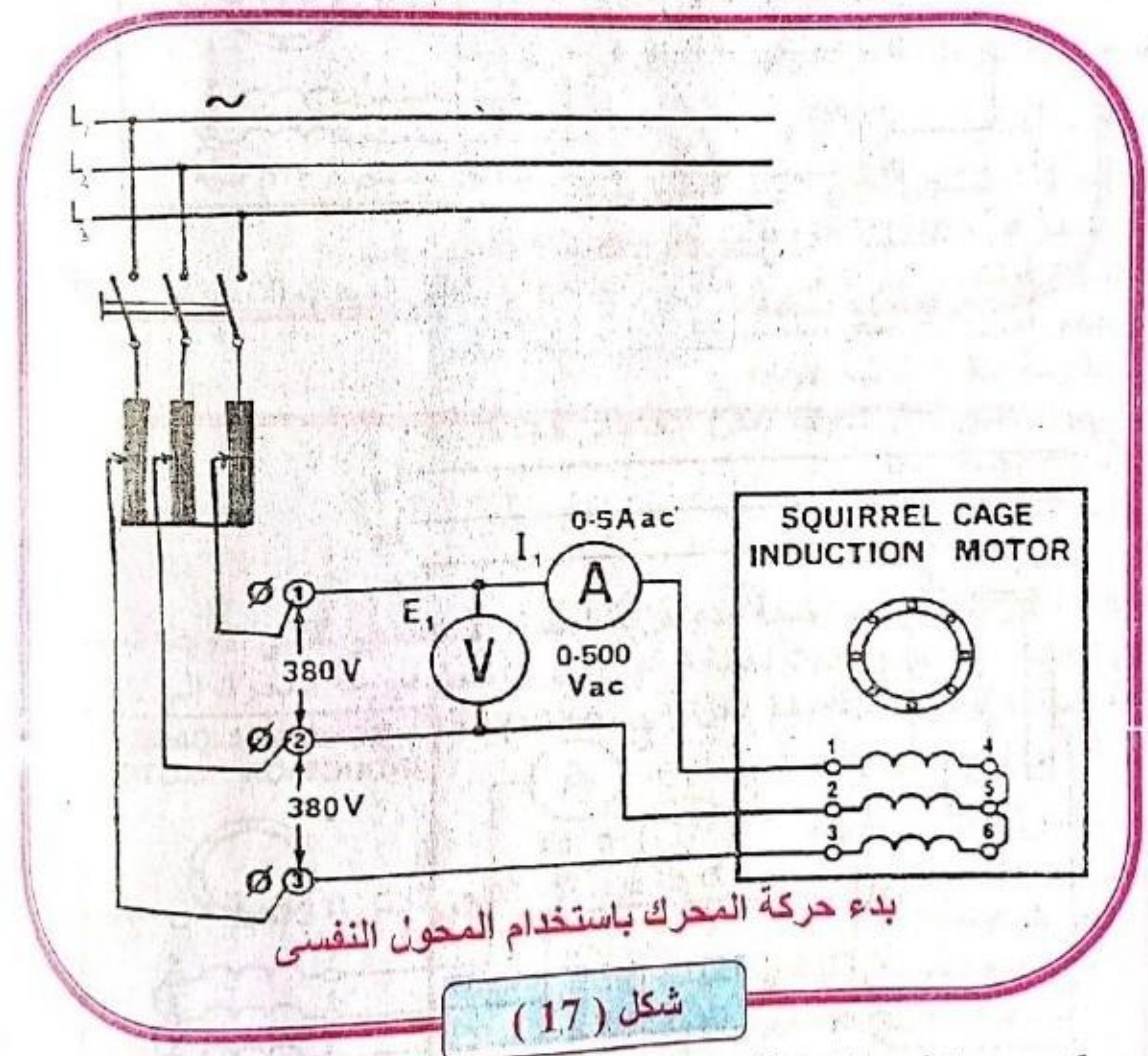
شكل (16)

3- وصل التيار الكهربى ثلاثى الأوجه بغلق المفتاح S شكل (15) وسجل تيار البدء وتيار التشغيل فى الجدول المرفق :

4- وصل دائرة المحرك بمقاومات مع العضو الثابت حسب شكل (16) وسجل تيار البدء وتيار التشغيل فى الجدول المرفق

5- وصل المحرك بالمحول النفسى حسب شكل (17) وسجل تيار البدء وتيار التشغيل فى الجدول .

6- وصل أطراف أوجه المحرك بمفتاح (نجمة/دلتا) حسب شكل (18) وسجل تيار البدء وتيار التشغيل فى الجدول المرفق.

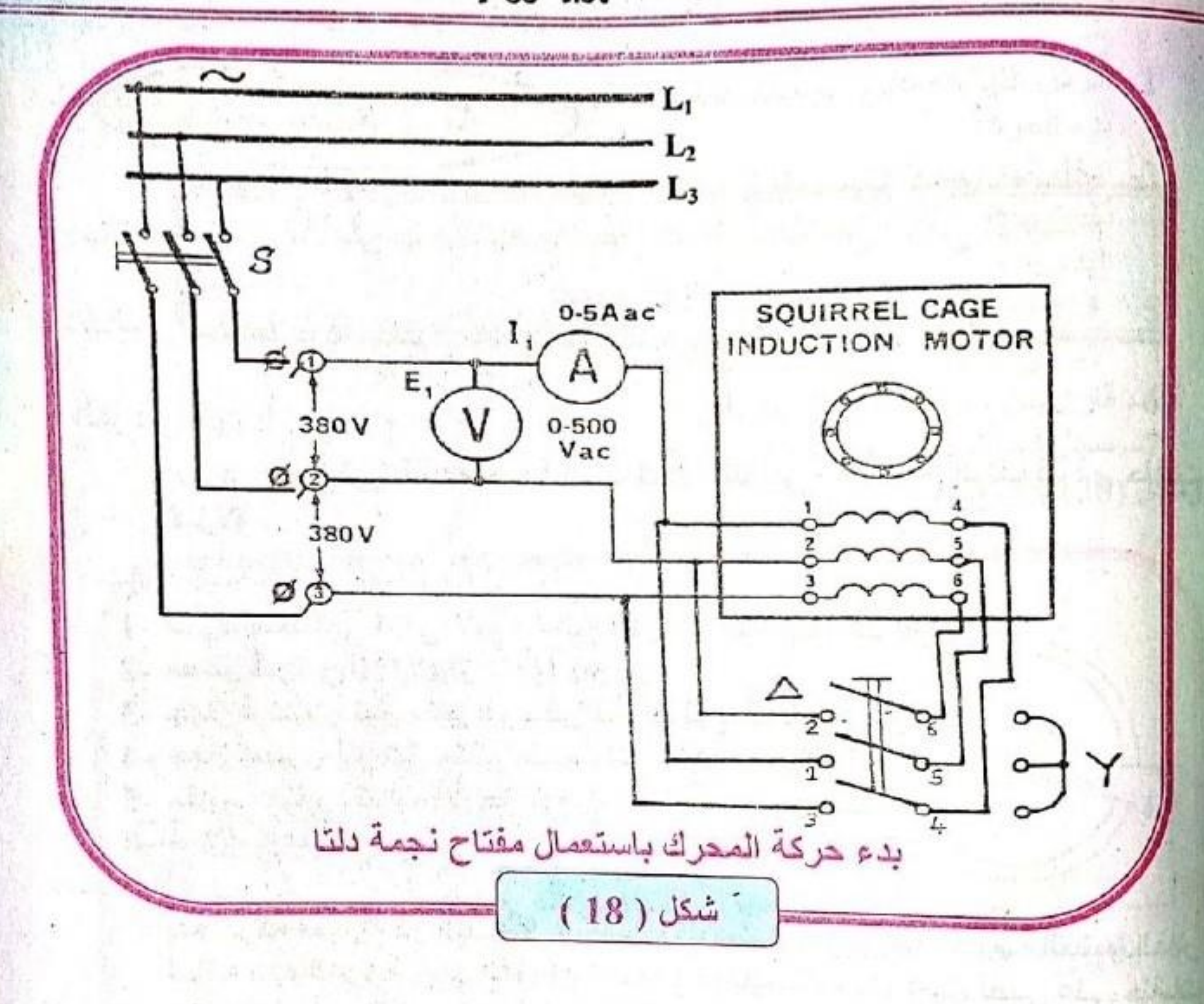


بدء حركة المحرك باستخدام المحول النفسى

شكل (17)

7- قارن بين الطرق المختلفة لبدء دوران المحرك الاستنتاجى ذو القفص السنجابى ثلاثى الأوجه

8- أكتب استنتاجاتك



بدء حركة المحرك باستعمال مفتاح نجمة دلتا

شكل (18)

مسلسل	طريقة بدء الحركة	تيار البدء A	تيار التشغيل A	النسبة بينهما
1	توصيل مباشر			
2	توصيل مقاومات توالى مع العضو الثابت			
3	توصيل محول نفسى يغذى العضو الثابت			
4	استخدام مفتاح نجمة/دلتا			

الاستنتاج :

1- تيار البدء منخفض باستخدام وسيلة لبدء الحركة

2- عزم البدء صغير

التجربة السادسة

اختبار بدء تشغيل المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه عضو دائر ملفوف

الغرض من التجربة :

التعرف على طريقة بدء حركة المحرك الاستنتاجى من النوع الملفوف ذى حلقات الانزلاق

الأجهزة والمعدات المطلوبة :

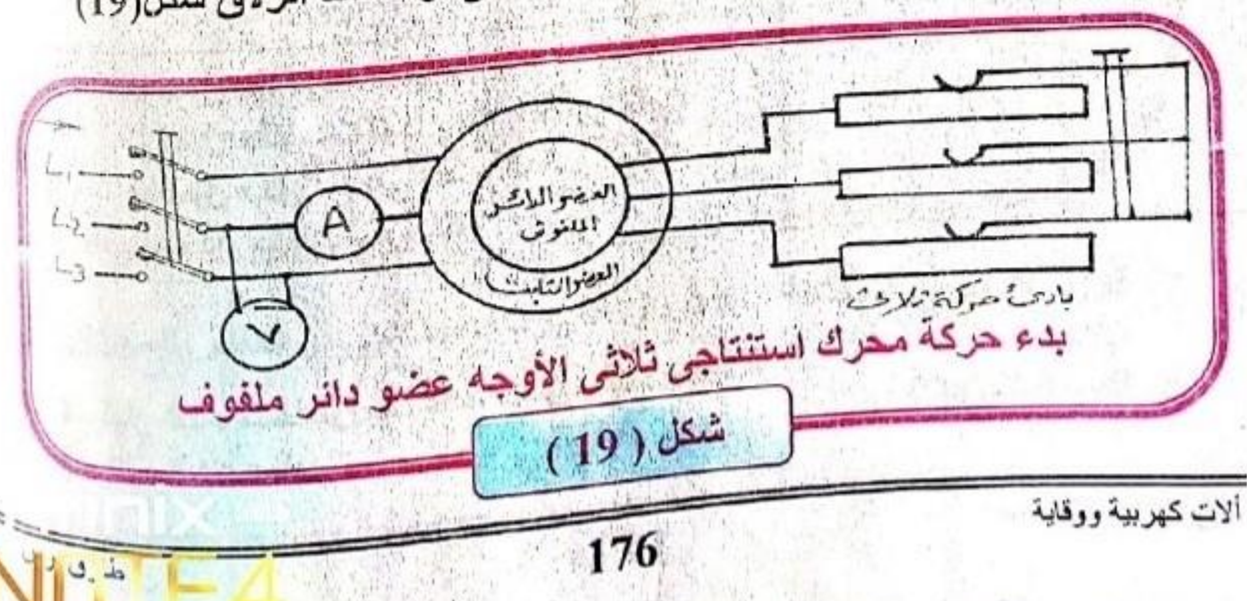
1- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه عضو دائر ملفوف ذى حلقات انزلاق
2- مصدر قدرة (50 Hz – 380/220v)
3- جهاز فولتميتر تيار متغير ذو مقنن مناسب لجهد تشغيل المحرك
4- جهاز أمبيروميتر تيار متغير مناسب لشدة تيار المحرك
5- مقاومة متغيرة ثلاثية الأوجه لتوصل مع العضو الدائر للمحرك
6- اسلاك توصيل

ملحوظة :

بدء حركة المحرك ذو العضو الدائر الملفوف تعتمد على زيادة مقاومة العضو الدائر لحظة بدء الحركة وبعد الدوران تستقطع المقاومات ويتم عمل قصر على حلقات الانزلاق ليصبح الدائر مقصراً طوال فترة تشغيله

خطوات اجراء التجربة :

1- ارسم الدائرة الكهربية لبدء حركة محرك استنتاجى ذو حلقات انزلاق شكل(19)

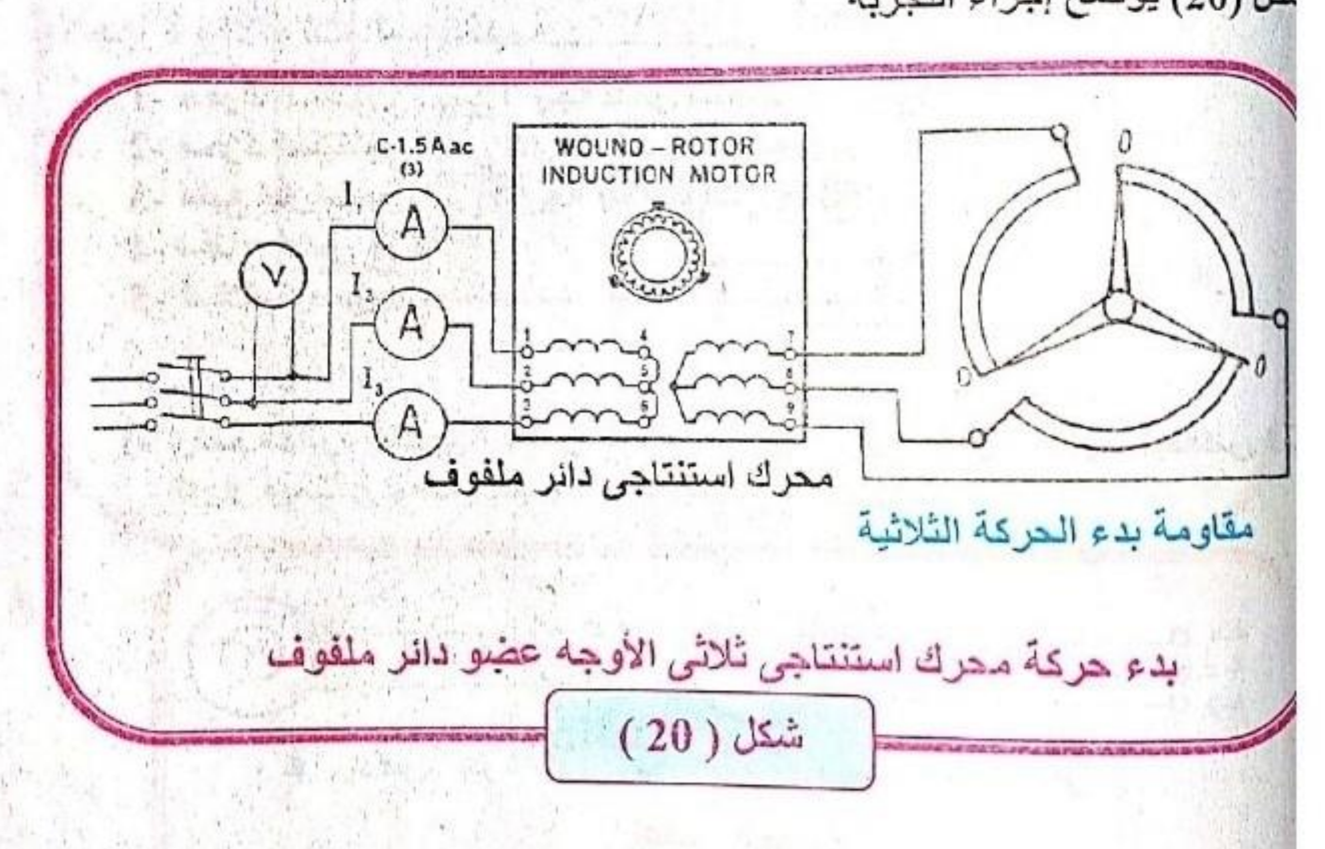


بدء حركة محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه عضو دائر ملفوف

شكل (19)

2- ادرس البيانات على اللوحات المعدنية للمحرك الاستنتاجى الملفوف وعلى مقاومات بدء الحركة
3- ادخل المقاومة الثلاثية بالكامل فى دائرة العضو الدائر الملفوف
4- قم بتوصيل التيار الكهربى إلى العضو الثابت للمحرك ليدور المحرك . سجل قراءة تيار البدء .
5- اخرج المقاومات بالتدريج من دائرة العضو الدائر كليا إلى أن تحدث قصر على حلقات الانزلاق – يدور المحرك بسرعته المقننة – سجل تيار التشغيل .
6- قارن بين تيار البدء وتيار التشغيل .
7- سجل استنتاجاتك وملاحظاتك .

شكل (20) يوضح إجراء التجربة



بدء حركة محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه عضو دائر ملفوف

شكل (20)

التجربة السابعة

عكس حركة محرك ثلاثى الأوجه

الغرض من التجربة :

كيفية عكس حركة المحرك الاستنتاجى الثلاثى الأوجه

الأجهزة والأدوات المستخدمة :

1- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجابى
2- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه عضو دائر ملفوف
3- منبع تيار متغير ثلاثى الأوجه 380 فولت 50 Hz
4- مفتاح عكس حركة
5- أسلاك توصيل

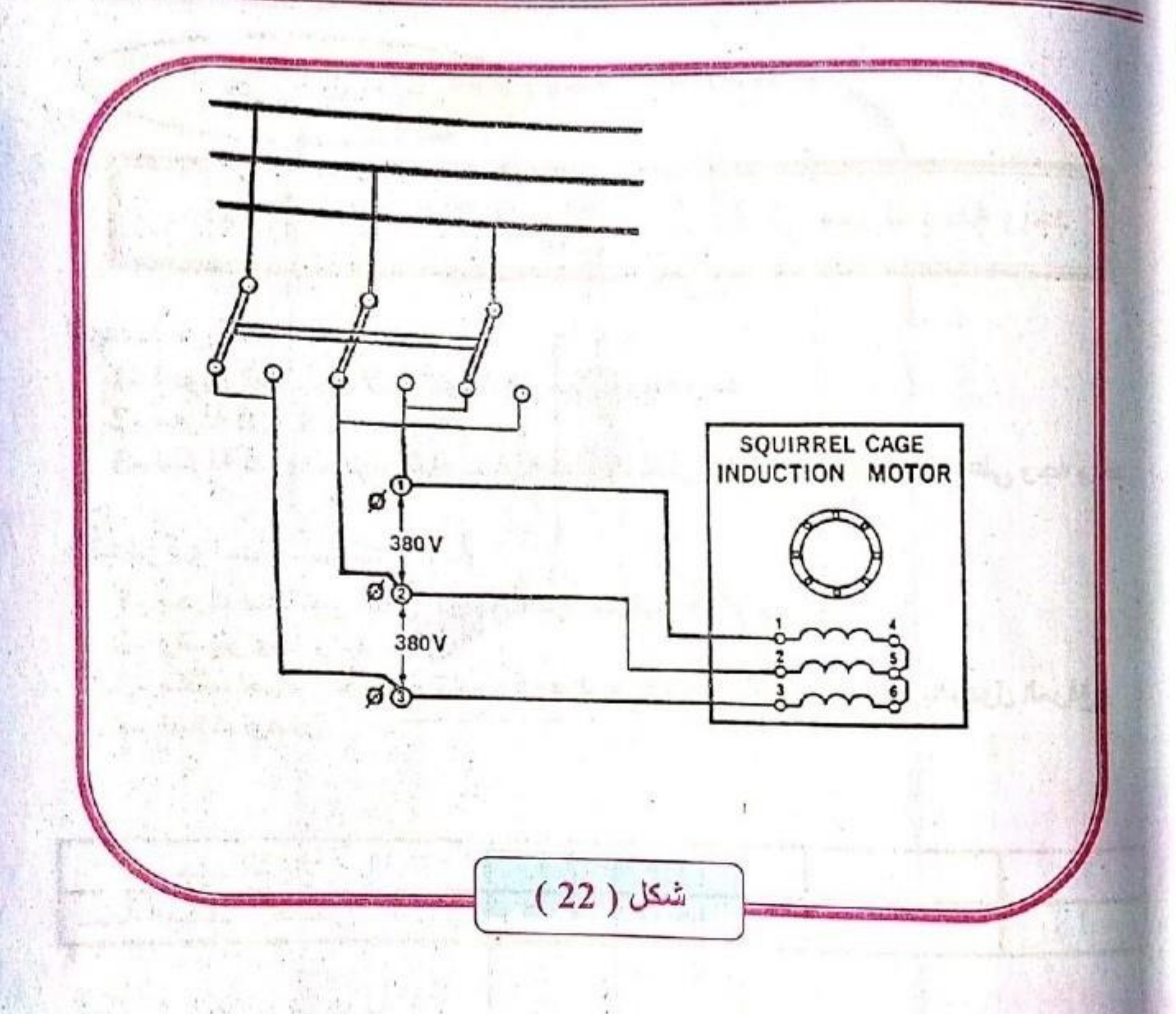
خطوات اجراء التجربة :

1- ارسم الدائرة الكهربية لعكس الحركة بتبديل طرفين مكان بعضهما لينعكس المجال الدوار وبالتالى ينعكس اتجاه الحركة كما فى شكل (21)



شكل (21)

2- ادرس اللوحة المعدنية للمحرك
3- وصل الدائرة كما بشكل (22)
4- شغل المحرك وحدد اتجاه الدوران
5- اعكس الحركة باستخدام مفتاح عكس الحركة
6- سجل ملاحظاتك



شكل (22)

التجربة الثامنة

تحويل محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه إلى محرك وجه واحد

الهدف من التجربة :

1- تحويل المحرك الثلاثى الأوجه إلى محرك وجه واحد
2- معرفة قدرة المحرك بعد التحويل
3- مقارنة قدرة المحرك أثناء تشغيله كمحرك ثلاثى الأوجه وأثناء تشغيله على وجه واحد

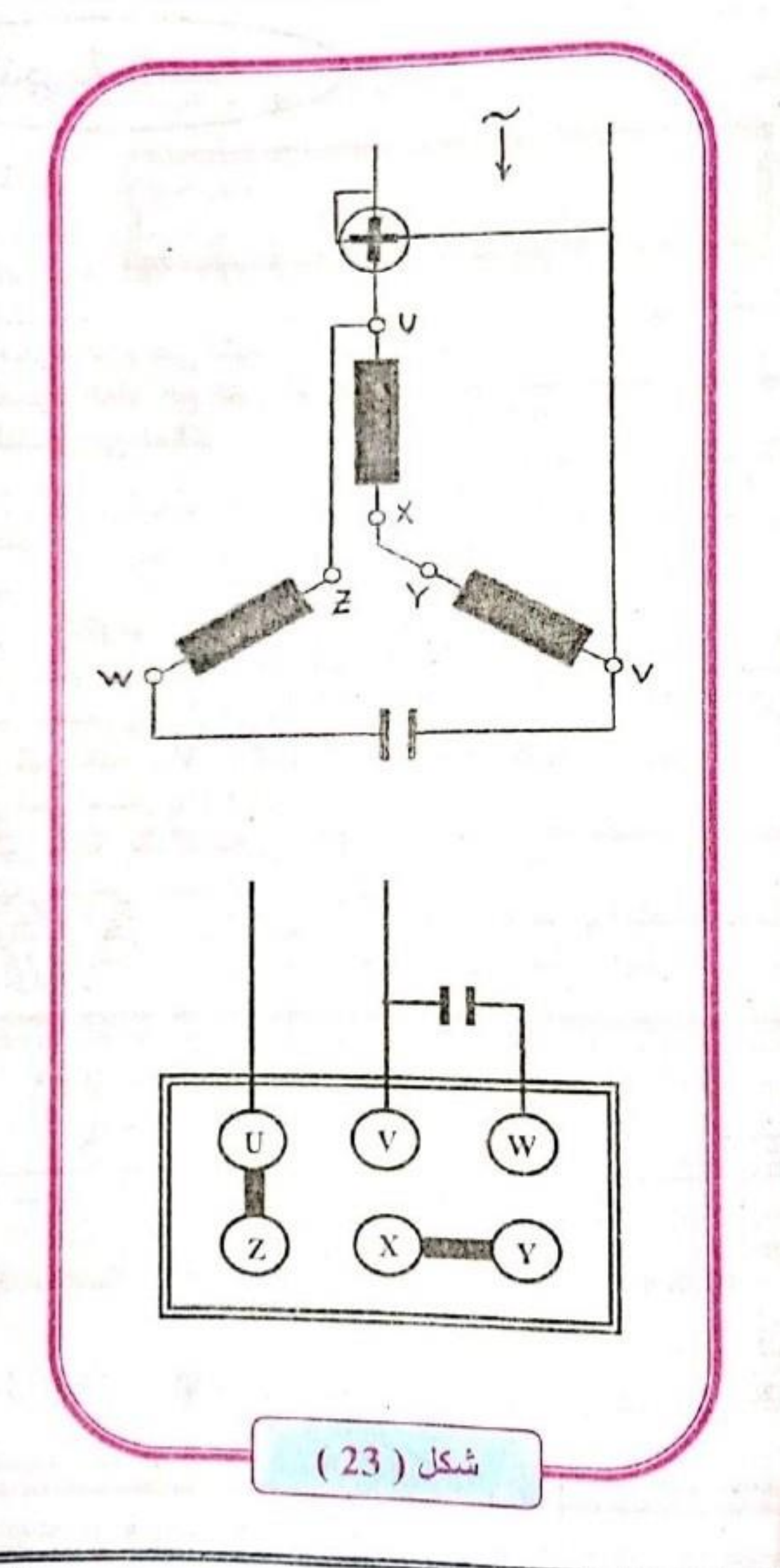
الأجهزة والمكونات المطلوبة :

1- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب
2- واتميتر وجه واحد
3- مكثف كيميائى ذو سعة تناسب قدرة المحرك وجهد الشبكة (استعن بالجدول المرفق)
4- اسلاك توصيل

جهد الشبكة بالفولت	110	220	380
سعة المكثف / حصان بالميكروفاراد	150	50	18

خطوات اجراء التجربة :

1- افحص المحرك الثلاثى وسجل بياناته
2- شغل المحرك كما هو ثلاثى الأوجه وسجل قيمة القدرة
3- افصل المحرك حتى يقف تماما
4- أعد توصيل المحرك كما بشكل (23)
5- سجل قيمة القدرة والمحرك شغال وجه واحد
6- قارن بين قدرة المحرك عند تشغيله على خط ثلاثى وعند تشغيله على خط وجه واحد بعد توصيل المكثف المناسب
7- سجل ملاحظاتك



شكل (23)

التجربة التاسعة

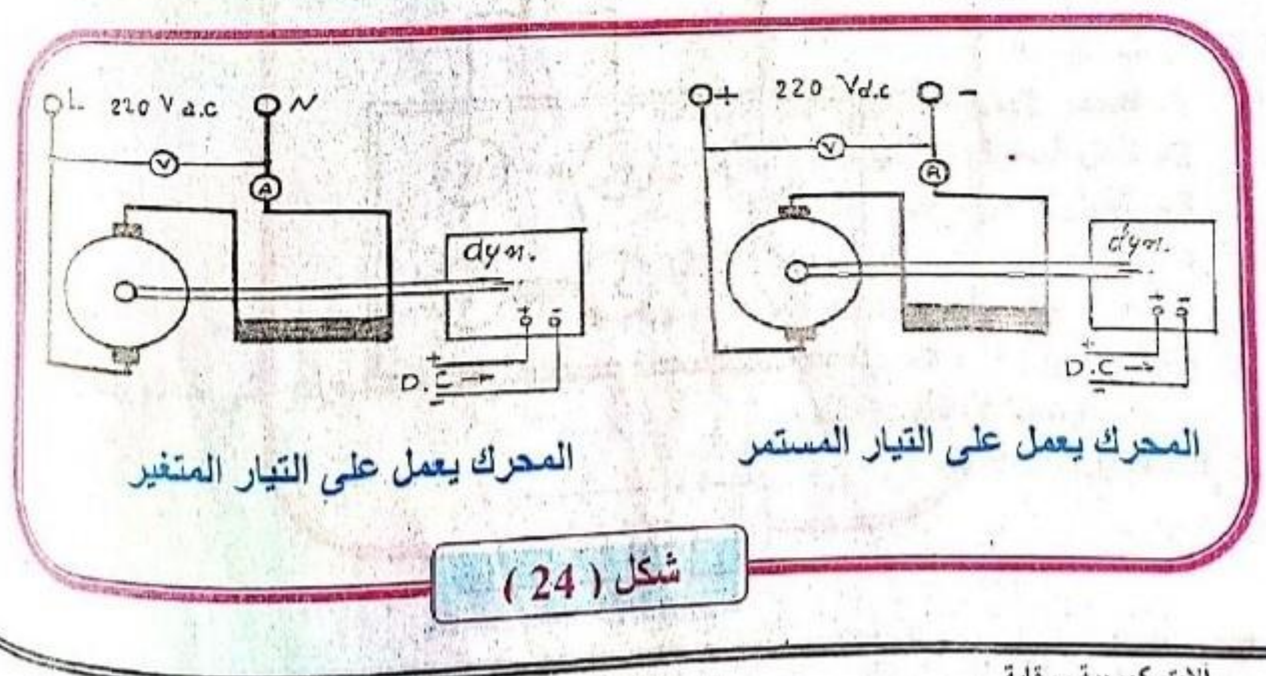
اختبار المحرك العام

الغرض من التجربة :

1- تشغيل المحرك العام على التيار المستمر D.C
2- تشغيل المحرك العام على التيار المتغير A.C
3- مقارنة التشغيل فى الحالتين

الأجهزة والمكونات المطلوبة :

1- محرك عام
2- ديناموميتر
3- عداد سرعة (تاكوميتر)
4- اميتر تيار متغير $0\text{-}1.5/5\ A_{ac}$
5- اميتر تيار مستمر $0\text{-}1.5/3\ A_{dc}$
6- فولتميتر تيار متغير $0\text{-}250\ V_{ac}$
7- فولتميتر تيار مستمر $0\text{-}400\ V_{dc}$
8- مصدر تيار متغير متحكم فيه $0\text{-}220\ V_{ac}$
9- مصدر تيار مستمر متحكم فيه $0\text{-}220\ V_{dc}$
10- جهاز واتميتر بقدرة تناسب المحرك
11- أسلاك توصيل



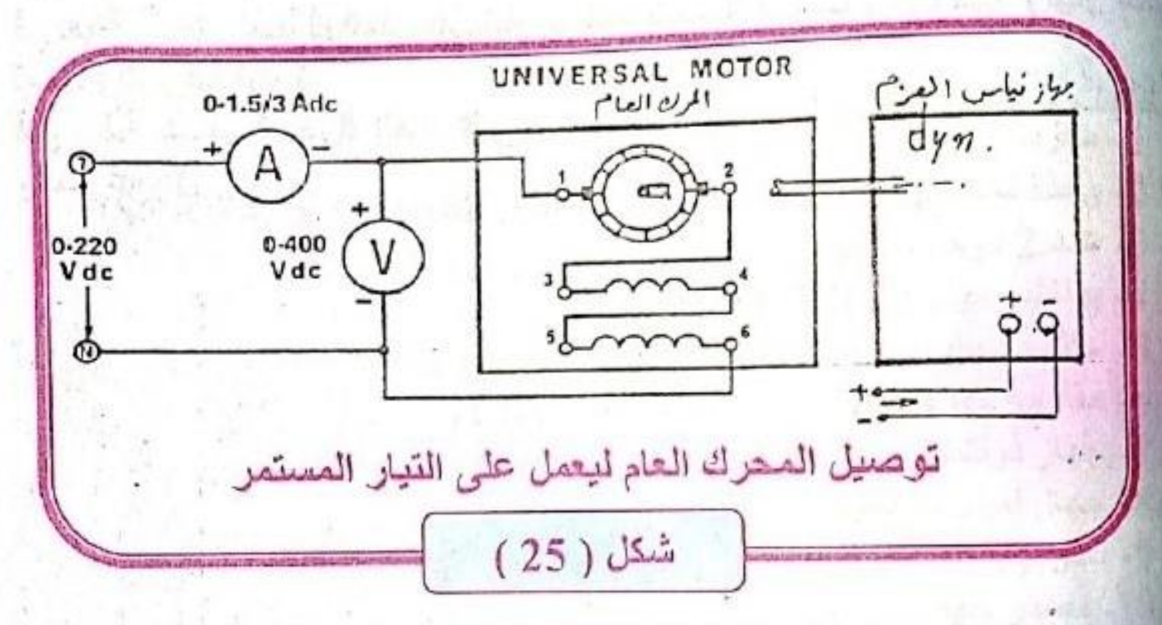
المحرك يعمل على التيار المستمر

المحرك يعمل على التيار المتغير

شكل (24)

خطوات اجراء التجربة :

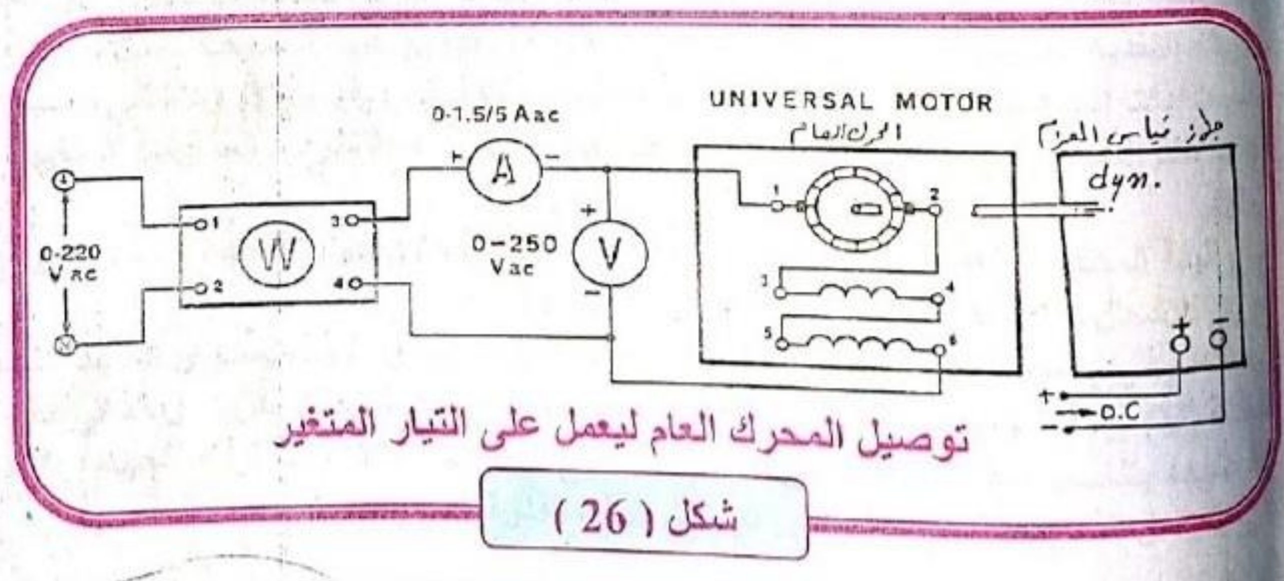
1- ارسم الدائرة الكهربية للمحرك العام مع الديناموميتر فى حالتى التشغيل على التيار المستمر والتيار المتغير شكل (24) .
2- افحص المحرك العام المخصص لاجراء التجربة وسجل البيانات الخاصة به
3- وصل المحرك كما فى الدائرة شكل (25) للعمل على التيار المستمر وسجل قراءة الأجهزة وسجل قراءة الديناموميتر للعزم (N.m) وقس السرعة بالتاكوميتر وسجل القراءات بالجدول



توصيل المحرك العام ليعمل على التيار المستمر

شكل (25)

4- وصل المحرك كما فى الدائرة شكل (26) للعمل على التيار المتغير وسجل قراءة الأجهزة وسجل قراءة الديناموميتر للعزم (N.m) وقس السرعة وسجل القراءات بالجدول .



توصيل المحرك العام ليعمل على التيار المتغير

شكل (26)

جدول تسجيل قراءات الأجهزة أثناء التجربة

نوع التيار	التيار A	الجهد V	العزم N.m	السرعة r.p.m
تيار مستمر D.C				
تيار متغير A.C				

الاستنتاج :

1- فى حالة تشغيل المحرك العام على تيار مستمر نجده أكثر ثباتاً وعزم كبير وتيار عالى نسبياً والسرعة كبيرة

2- فى حالة تشغيل المحرك العام على تيار متغير نجد أن التيار قليل وعزم منخفض والسرعة أقل

التجربة العاشرة

التحكم فى سرعة محرك تيار مستمر بإستخدام الثايرستور

الهدف من التجربة :

التحكم فى سرعة محرك عام بإستخدام الثايرستور

الأجهزة والمكونات المطلوبة :

1- محرك عام (ذو قدرة صغيرة)
2- وحدة تحكم فى السرعة بواسطة الثايرستور (SCR Speed Control)
3- عدد 2 موحد سليكونى
4- بوتنشيوميتر ($2\ K\Omega$) (لضبط السرعة)
5- مكثف كيماوى C_1 ($15\ \mu F$) ومكثف C_2 ($0.1\ \mu F$)
6- مقاومة R_1 ($15\ K\Omega$) ومقاومة R_2 ($1\ K\Omega$)
7- جهاز فولتميتر مناسب
8- جهاز أميتر مناسب
9- تاكوميتر (لقياس السرعة)
10- مصدر جهد 220 فولت – 50 هيرتز

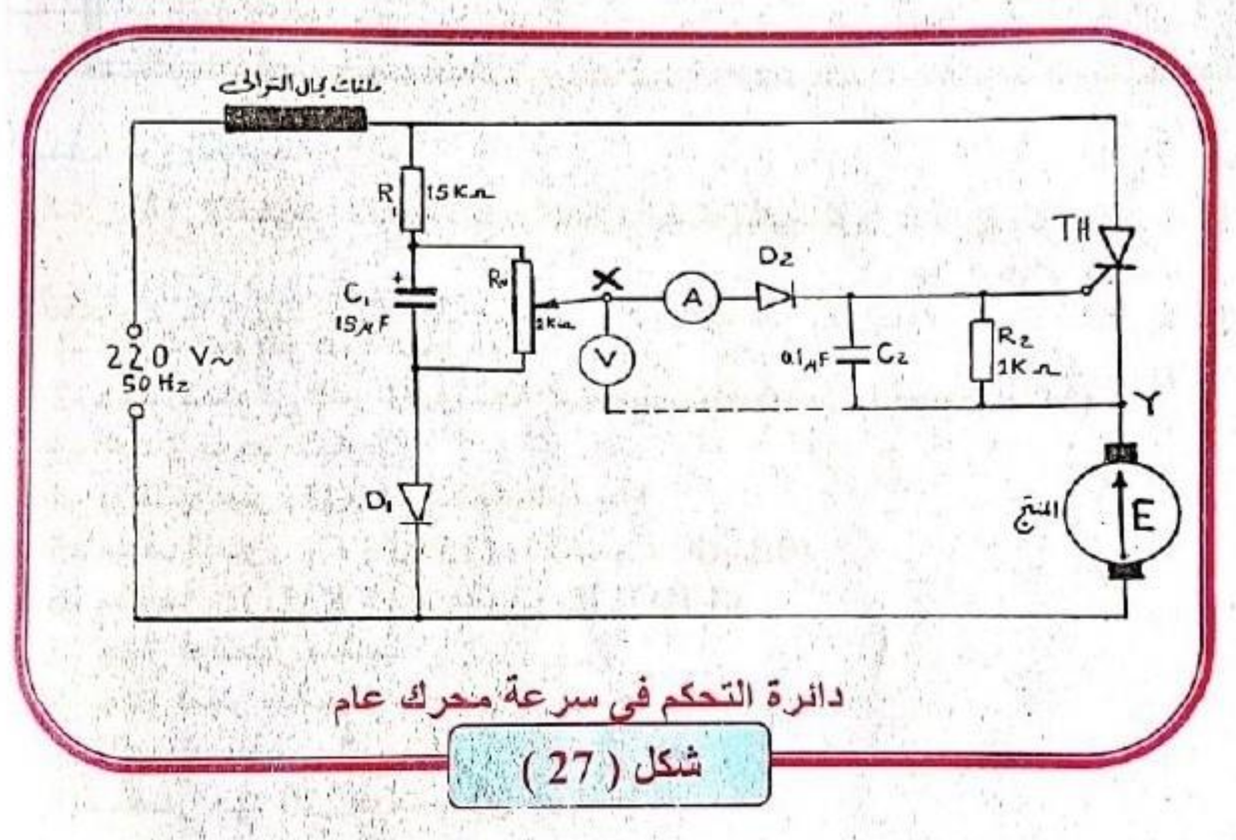
خطوات اجراء التجربة :

مقدمة : شكل (27) يوضح نظاما للتحكم فى سرعة محرك عام بواسطة الثايرستور **SCR** بطريقة التغذية المرتدة السالبة ووظيفة الثنائى (D_1) هى تقويم نصف الموجه لعمل سلسلة نبضات ذات اتجاهات موجبة تظهر عبر مجموعة المقاومات (R_2 ، R_1) وبالتالى يصبح الجهد عند النقطة (X) موجبا ويمكن التحكم فى هذا الجهد بضبط منزلق المقاومة المتغيرة (R_V).

أما وظيفة المكثف (C_1) فهى عمل زاوية وجه بين الجهد (V_X) ومصدر الجهد لإيجاد زاوية تعويق للإشعال يمكن التحكم فيها من (0^O) إلى (150^O).

ويستخدم فرق الجهد بين النقطتين (X ، Y) لإشعال الثايرستور حيث يساوى الجهد عند النقطة (Y) قيمة القوة الدافعة الكهربية العكسية لعضو استنتاج المحرك تقريبا وبالتالى فإن هذا الجهد يتناسب مع سرعة دوران عضو استنتاج المحرك وهكذا كلما ازداد الجهد (V_X) عن Y يعمل الثايرستور فى حالة من التوصيل تسلط القدرة على المحرك .

ويؤدى تحريك المنزلق على المقاومة المتغيرة (R_V) إلى أعلى جهة المقاومة (R_1) إلى انخفاض زاوية التعويق ، مما يؤدى إلى دوران عضو استنتاج المحرك بسرعة أكبر وتقوم المكونات (C_2 ، R_2) بضمان تحكم منتظم للسرعة عند السرعات المنخفضة عندما تكون زاوية التعويق كبيرة .



دائرة التحكم فى سرعة محرك عام

شكل (27)

1- وصل الدائرة كما بشكل (27) وشغل المحرك بتوصيله بمنبع تيار متغير 220 v
2- حرك منزلق البوتنشيوميتر حتى تحصل على قراءة صفرية لجهاز الفولتميتر . وقس سرعة المحرك عند قراءة فولتميتر تساوى صفر
3- حرك منزلق المقاومة لأعلى جهة المقاومة (R_1) وخذ عدة قراءات لسرعة المحرك وجهد الفولتميتر وسجل القراءات .
4- حرك منزلق البوتنشيوميتر بالتدريج إلى أسفل فى الجهة العكسية وخذ عدة قراءات لسرعة المحرك وقراءة الفولتميتر وسجلها مع ملاحظاتك على المحرك

الاستنتاج :

امكن تغيير سرعة المحرك العام عن طريق الثايرستور وذلك بالتحكم فى القيمة المتوسطة للتيار الموحد المغذى للمحرك .

أسئلة للمناقشة على التجارب المعملية

1- اشرح الغرض من إجراء تجربة المولد التوافقى فى حالة اللاحمل .
2- يتكون منحنى الدائرة المفتوحة للمولد التوافقى من جزئين – اشرح هذه العبارة
3- ما هى الأجهزة التى تستخدم فى تجربة المولد التوافقى فى حالة اللاحمل ؟
4- لماذا يجب تثبيت سرعة دوران المولد التوافقى أثناء اجراء تجربة اللاحمل ؟
5- عرف الحمل المتزن على المولد التوافقى .
6- لماذا يتغير الجهد الطرفى للمولد التوافقى بتغير تيار الحمل ؟
7- لماذا تختلف اشكال منحنيات الأحمال عن بعضها ؟
8- لماذا يتم تثبيت تيار التغذية (I_F) اثناء اجراء تجربة المولد التوافقى فى حالة الحمل؟
9- عرف التزامن فى المولدات التوافقية
10- ما هى شروط إدخال المولد التوافقى الثلاثى الأوجه إلى منظومة القوى الكهربية؟
11- ما هى الطرق المستخدمة لإجراء عملية التوافق؟
12- كيف يمكن التحكم فى معامل قدرة المولد التوافقى بحيث يكون متأخراً مرة ومتقدماً مرة أخرى؟
13- اذكر الأجهزة التى تستخدم لإجراء عملية التزامن بإستخدام المصابيح الثلاثة
14- اذكر الأجهزة التى تستخدم لإجراء عملية التزامن بإستخدام السنكروسكوب
15- ما هى عيوب طريقة التزامن بإستخدام المصابيح الثلاثة ؟ وكيف أمكن تجنب هذه العيوب؟
16- لماذا يتم توصيل المولدات التوافقية على التوازى ؟
17- ما هى القضبان العمومية B.B وما هى القضبان اللانهائية؟
18- ما هى وحدة قراءة جهاز الديناموميتر وفيما يستخدم ؟
19- ما هى العلاقة بين العزم – السرعة للمحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب ؟
20- ما هى العلاقة بين العزم – تيار الحمل للمحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب ؟
21- كيف أمكن الحد من تيار البدء عموماً فى المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب؟
22- كيف أمكن الحد من تيار البدء عموماً فى المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه عضو دائر ملفوف ؟
23- ما هى الطرق المتبعة لبدء حركة محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب؟
24- ما هى الأجهزة والمعدات اللازمة لبدء حركة محرك استنتاجى قفص سنجاب بواسطة توصيل مقاومات مع العضو الثابت – ثم بواسطة المحول النفسى ؟

25- ما هى خطوات عمل تجربة بدء حركة محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه نوع قفص سنجاب بواسطة مفتاح نجمة / دلتا ؟

26- كيف امكن بتجربة عملية بدء حركة محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه عضو دائر ملفوف مع توضيح الاجابة برسم التجربة ؟

27- ماذا يحدث اذا تم ادارة محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه عضو دائر ملفوف بدون مقاومات بدء الحركة مع وجود قصر على حلقات الانزلاق ؟

28-لماذا يمر بالمحرك الاستنتاجى تيار بدء حركة عالى لحظة البدء ثم ينخفض إلى تيار التشغيل العادى بعد تمام الدوران ؟

29- هل يدور المحرك الاستنتاجى فى نفس اتجاه دوران المجال الدوار أم عكسه ؟

30- لماذا لا يدور المحرك الاستنتاجى بسرعة تساوى سرعة المجال الدوار؟

31- كيف أمكن عكس حركة المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه نوع قفص السنجاب وضح اجابتك بالرسم

32- ما هى الأجهزة والمعدات اللازمة لعكس حركة محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه عضو دائر ملفوف وضح رسم التجربة المعدة لذلك ؟

33-اشرح بتجربة معملية كيف امكن تحويل المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب إلى محرك احادى الوجه قفص سنجاب وما قيمة سعة المكثف المستخدم/حصان اذا كان الجهد 220v

34- هل القدرة والسرعة والعزم للمحرك ثابتة بعد تحويله من محرك ثلاثى الأوجه إلى محرك وجه واحد ؟

35-متى يكون المحرك العام أكثر ثباتاً وذى عزم بدء كبير اذا تم تغذيته بتيار مستمر ؟ أو تم تغذيته بتيار متغير ؟

36- لماذا يعمل المحرك العام بسرعة منخفضة عند تغذيته بتيار متغير؟

37- ما هى وظيفة الدايو D فى دائرة التحكم فى سرعة المحرك العام بالثايرستور؟

38- ما هو فرق الجهد الذى يتم استخدامه فى اشعال الثايرستور؟

39- ماذا يحدث للمحرك العام عند زيادة زاوية التعويق اثناء التحكم فى سرعته بواسطة الثايرستور ؟

تدريبات عملية

عدد الحصص : (3) ثلاثة حصص أسبوعيا

الأهداف العامة :

1- تنفيذ تمرينات لإكساب الطالب المهارات الأدائية والمعرفية للمعدات الكهربية
2- الفك والتركيب والتعرف على الأجزاء للآلات والمعدات الكهربية
3- إصلاح وصيانة الآلات والمعدات الكهربية
4- إجراء القياسات الكهربية

المنهج الدراسى

الباب الأول: محركات الثلاثة أوجه

1- التدريب عن طريق المشاهدة والفحص على أنواع محركات الثلاثة أوجه الآتية:
(المحرك ذو العضو الدائر قفص سنجابى – المحرك ذو العضو الدائر الملفوف)
2- التدريب على توصيل الملفات بطريقتى النجمة والدلتا
3- التدريب على فك وتجميع محركات الثلاثة الاوجة وعمل الصيانة اللازمة لها
4- التدريب على اعادة لف العضو الثابت لبعض أنواع محركات الثلاثة الاوجة وعمل القياسات اللازمة للتأكد من سلامة اللف

الباب الثانى : محركات الوجه الواحد

1- التدريب على فك وتجميع وعمل الصيانة اللازمة لمحركات الوجه الواحد (المحرك ذو الوجه المشطور– المحرك ذو المكثف– المحرك ذو القطب المظلل – المحرك العام)
2- التدريب على اعادة لف العضو الثابت لبعض أنواع محركات الوجه الواحد وعمل القياسات اللازمة للتأكد من سلامة اللف

الباب الثالث : معدات التحكم والوقاية فى دوائر محركات التيار المتغير

تنفيذ تمارين الغرض منها إكساب الطالب المهارات الأساسية فى توصيل دوائر التحكم والقوى والحماية فى دوائر المحركات الكهربية وجه واحد وثلاثة أوجه :
1- باستخدام المفاتيح اليدوية (تشغيل وإيقاف – عكس حركة – النجمة / دلتا – سرعتين)
2- باستخدام مفاتيح التلامس (الكونتاكتور) – (الأوفرلود) – المؤقت الزمنى (التايمر) – الضاغط اللحظى (بوش بوتن)
(دائرة تشغيل لحظى – التشغيل المتواصل – تشغيل وإيقاف من عدة أماكن – عكس إتجاه الدوران – دوائر تشغيل المحركات ذات السرعتين المتناصفتين (دلاندر) وغير المتناصفتين بالإيعاقة المتبادلة – بدء وتشغيل محرك بطريقة النجمة دلتا (بدون تايمر وبالتايمر) مع توصيل الأوفرلود مع جميع الدوائر – توصيل لمبات إشارة مع دوائر التحكم لبيان حالت التشغيل المختلفة .

الباب الرابع : صيانة الأجهزة المنزلية

1- الأجهزة المنزلية (السخان – الدفاية – الخلاط الكهربى – مضرب الخفق – المراوح الكهربية – الغسالة الكهربية)
2- التدريب عن طريق المحاكاة على (طرق الصيانة والإصلاح للأجهزة المنزلية (السخان – الدفاية – الخلاط الكهربى – مضرب الخفق – المراوح الكهربية – الغسالة الكهربية .

الباب الأول
محركات الثلاثة أوجه
(تدريبات عملية)

1 – التدريب عن طريق المشاهدة والفحص على أنواع محركات الثلاثة أوجه الآتية :
(المحرك ذو العضو الدائر قفص سنجابى – المحرك ذو العضو الدائر الملفوف)

2 – التدريب على توصيل الملفات بطريقتى النجمة والدلتا

3 – التدريب على فك وتجميع محركات الثلاثة الاوجة وعمل الصيانة اللازمة لها

4 – التدريب على اعادة لف العضو الثابت لبعض أنواع محركات الثلاثة الاوجة وعمل القياسات اللازمة للتأكد من سلامة اللف

محركات الثلاثة أوجه

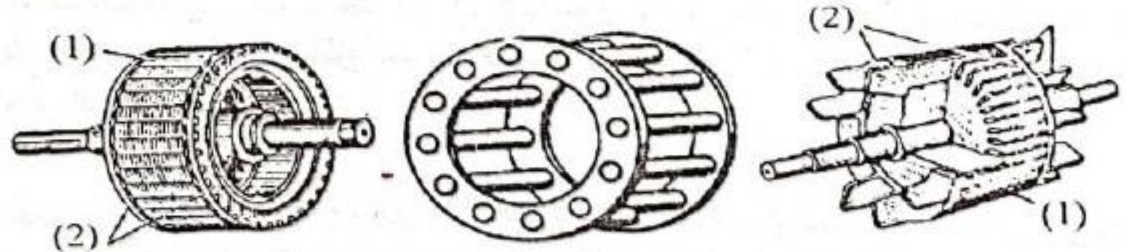
التدريب على اعادة لف وإصلاح محركات الثلاثة أوجة

الغرض من التمرين :

- إعطاء الطلبة فكرة مبسطة عن محركات التيار المتغير الثلاث أوجه ونوعياته المختلفة .
- التدريب على عمل التجارب اللازمة لاكتشاف أعطال المحركات سواء كانت ميكانيكية أو كهربية ـ علاج هذه الأعطال.
- التدريب على خطوات فك المحرك للإصلاح .
- التدريب على إعادة لف محركات الثلاث أوجه بنوعيات مختلفة ـ تسجيل البيانات اللازمة لإعادة اللف ـ إزالة الأسلاك من المجارى ـ التنظيف ـ عمليات إعادة اللف ـ التأكد من صحة اللف ـ الحقن بالورنيش ـ تجميع المحرك .

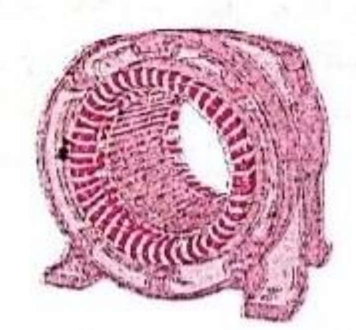
التعرف عن طريق المشاهدة والفحص :

مشاهدة وفحص نوعيات مختلفة من المحركات الثلاثية الأوجه ذات القفص السنجابى والعضو الدائر الملفوف ومشاهدة اجزاء منها ... عضو دائر ... عضو ثابت ... غطاءان جانبيان ومشاهدة بعض المحركات الملفوفة للتعرف على طريقة توزيع المحركات للأوجه الثلاثة وطريقة توصيلها .

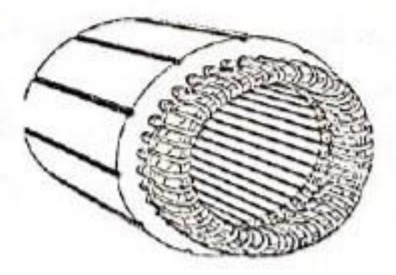


القضبان موضوعة فى المجارى — قفص السنجاب — قفص مصنع بالصب

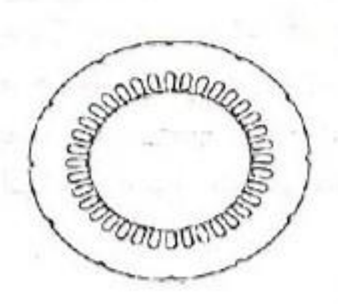
1 ـ قلب العضو الدائر .
2 ـ حلقتى توصيل القضبان وقصرهم .



العضو الثابت وبه الملفات



تحزيم الملفات



رقيقة من رقائق العضو الثابت

الخامات المستخدمة فى لف المحركات الكهربية :

السلك : هو سلك نحاسي معزول بطبقة من الورنيش وجودته تكون فى درجة نقاوة النحاس فكلما زادت نقاوته زادت مرونته فيتحمل شدة تيار أعلى ويزيد من سهولة إعادة اللف به . وتوجد الأسلاك بأقطار مختلفة تبدأ من 0.5 ديزيم وتتدرج فى الارتفاع حتى تصل إلى 2 مم تقريبا (1 مليمتر = 10 ديزيم) وتعزل الأسلاك بعازل مفرد (L) أى بطبقة ورنيش واحدة أو تعزل بعازل دوبل (L 2) أى معزول بطبقتان من الورنيش . وهذا العازل مع أنه يتحمل درجات حرارة مرتفعة تصل إلى 180 درجة الا أنه يعزل لفة عن لفة أخرى وليس السلك عن الحديد ولذلك بوضع ورق برسبان داخل المجارى قبل تسقيط الملفات فلا يجب أبدا لأى سلك أن يلامس جسم المحرك . ويتم التعامل لقياس أو شراء السلك على أساس النحاس الصافي بدون ورنيش . ولذلك عند قياس قطر السلك يتم إزالة طبقة الورنيش بأى أسلوب بالحرق أو بالتقشير دون أن تحدث تآكل فى النحاس نفسه . أو يقاس السلك بالورنيش وتحذف طبقة الورنيش وهى حوالى :

من 0.01 إلى 0.04 ملم تقريبا إذا كان العازل مفرد
ومن 0.05 إلى 0.08 ملم تقريبا إذا كان العازل دوبل
ويتم شراء السلك المعزول ورنيش من السوق المحلى بالوزن (الكجم)

ملحوظة : بعض المحركات تلف بسلك ألمونيوم معزول بالورنيش ولا يختلف شكله الخارجى عن السلك النحاسى ولعدم تواجد هذا النوع بالسوق المحلى فأنه يستخدم سلك النحاس المعزول ورنيش بنفس عدد اللفات ولكن بمساحة مقطع أقل حوالي 15 % لأن سلك الألمونيوم يتحمل شدة تيار أقل من النحاس .

الورنيش السائل : ويوضع فوق الملفات بعد الانتهاء من عملية اللف بالكامل والغرض الأساسي منه أن يجعل من الملفات جميعها كتلة واحدة فلا يمكن لأى سلك أن يجد مجالا للحركة . كما أنه يزيد من قيمة العزل . ويتم شراء الورنيش من السوق المحلى بالوزن (الكجم)

الأوراق العازلة (البرسبان) : ويوجد على عدة مقاسات وأنواعه (برسبان عادى) - (برسبان مسلفن) وهذا النوع الأخير هو الأكثر استخداما حيث أن درجة عزله مقبولة بالنسبة لسعره . كما يوجد ورق يسمى (نيومكس) وهو أعلى سعرا ولكن قيمة عزله جيدة إضافة لسهولة العمل به حيث أنه لاينثنى بسهولة وهذا يساعد دخوله بسهولة داخل المجرى . ويتم شرائها من السوق المحلى بالفرخ .

المكرونة العازلة : وتوجد بمقاسات مختلفة فمنها الحرارية ومنها العادية وتستخدم لعزل لحامات الأطراف الداخلية للمحرك . ويتم شرائها من السوق المحلى بالمتر أو العود .

خيط الرباط : وأنواعه (حرير - قطن) ويستخدم فى تحزيم الملفات بعد الانتهاء من تسقيطها ولحامها وذلك للقدرات الصغيرة ويتم شراؤه من السوق المحلى بالبكرة أو اللفة

شريط القطن : ويوجد على عدة مقاسات مختلفة ويستخدم فى تحزيم الملفات بعد الانتهاء من تسقيطها ولحامها وذلك للقدرات الكبيرة ويتم شراؤه من السوق المحلى باللفة .

أطراف التوصيل : وتصنع من سلك النحاس الشعر المعزول بلاستيك ويتم اختيار المقاس المناسب حسب قدرة المحرك المراد لفه . ويتم شرائها من السوق المحلى بالمتر

قصدير اللحام المحشو قلفونية : ويستخدم للحام الأطراف الداخلية للمحرك لزيادة متانة وجودة وصلات اللحام ويستخدم معه مساعد لحام (فلكس أو قلفونية) .ويتم شراؤه من السوق المحلى بالوزن (الكجم)

المحرك الاستنتاجى ذى الثلاثة أوجه

Three Phase Induction Motor

المحرك الاستنتاجى ذى الثلاثة أوجه تتراوح قدرته بين كسور الحصان وعدة آلاف من الأحصنة وهذا المحرك له خاصية ثبات السرعة إلى حد كبير ، كما أنه بسيط التركيب ومنخفض الثمن مقارنة بالمحركات الأخرى ، ومما يعيب هذا المحرك أنه ليس من السهل التحكم فى سرعته كما أن تيار البدء لهذا المحرك عالى (6 - 8 أضعاف تيار الحمل الكامل) . ويستخدم المحرك ذى الثلاثة الأوجه لإدارة ماكينات الورش والأوناش وطلمبات المياه ....إلخ .

ويتركب المحرك الاستنتاجى ذى الثلاثة أوجه من ثلاثة أجزاء رئيسية هى :

1 - العضو الثابت 2 - العضو الدائر 3 - الغطاءان الجانبيان

أولا : العضو الثابت :

وهو عبارة عن مجموعة من الرقائق مصنوعة من الصلب السليكونى المعزولة تتراوح سمكها من 0.3 مم إلى 0.6مم حسب حجم المحرك ، وتجهز هذه الرقائق ليتكون على محيطها الداخلى عدد من المجارى . والهدف من تصنيع العضو الثابت بهذه الطريقة هو تقليل حرارة الحديد الناتجة من التيارات الإعصارية التى تكونت بسبب تعرض الحديد للمجال المغناطيسى المتغير داخل المحرك . وبعد إكتمال تصنيع المحرك بهذه الطريقة يتم تقسيمه إلى العدد المطلوب من الأقطاب وتقسم المجارى فى كل قطب على الأوجه الثلاثة ثم بعد ذلك يتم تركيب ملفات كل وجه فى المجارى الخاصة به تحت كل قطب بحيث يفصل بين كل وجه وأخر 120 درجة كهربية وفى نهاية عملية اللف يكون قد تم تركيب ثلاثة ملفات فى العضو الثابت لكل ملف طرفان هذه الأطراف الستة يتم تغذية العضو الثابت من خلالها بعد توصيلها إما على شكل نجمة أو دلتا .

ثانيا :العضو الدائر

ويتكون من ثلاثة أجزاء أساسية. الجزء الأول هو القلب حيث يتركب من ألواح رقيقة من الصلب السليكونى ذات خواص كهربية عالية الجودة تسمي بالرقائق والجزء الثاني هو عمود الإدارة حيث يتم تجميع رقائق القلب عليه مع ضغطها. أما الجزء الثالث فهو عبارة عن ملفات القفص السنجابي والتي تتكون من قضبان نحاسية أو ألمنيوم سميكة تم تبييتها في مجار خاصة بها في القلب الحديدي و هذه القضبان مقصورة أطرافها مع بعض من الجهتين بحلقتين من نفس معدن القضبان .

ثالثا : الغطاءان الجانبيان

ويثبتا على هيكل العضو الثابت بواسطة مسامير بصواميل أو مسامير مقلوظة وكل منهما فى تجويف مركزي دائري ويحتوي الغطاءان علي الكرسيين ، وهما عادة بلي أو ذو جلبة حيث يدور فيهما عمود الدوران وفائدتهما حمل العضو الدائر فى وضع مركزى دون احتكاك بينهما .

إعادة لف المحرك الاستنتاجى ذى الثلاثة أوجه

أولا : خطوات فك المحرك

إن إعادة لف محرك إستنتاجى ثلاثى الوجه يتطلب فك ذلك المحرك حتى يتم أخذ البيانات المطلوبة منه والبدء لإعادة لفه وهذه العملية لها خطوات يجب إتباعها بشكل متسلسل حتى نخرج بصورة واضحة عن المحرك الاستنتاجى وإعادة لفه وهذه الخطوات المتبعة لإعادة لف المحركات الكهربية .

اولا : تدوين البيانات :

إن لكل محرك مطلوب إعادة لفه بطاقة تعريف بها معلومات كاملة عنه وتوجد فى مكانين :

1- بيانات خارجية

هو لوحة المحرك (لوحة التسمية) وهذه اللوحة تشمل المعلومات الخارجية والتى تتعلق بالتوصيل الخارجى أو بنتائج ذلك التوصيل وهذه المعلومات تختلف من محرك إلى أخر ومن شركة إلى أخرى وقد تم الاتفاق على معلومات شبه موحدة فى أغلب المحركات والشركات وتشمل هذه المعلومات على :

الجهد - شدة التيار عند الحمل الكامل - عدد الفازات - السرعة - القدرة - التردد - نوع وطراز المحرك - معامل القدرة - الرقم المسلسل للشركة الصانعة .

		SIEMENS
3 PH		S N 0109516535
380 / 220 V		3.0 / 5.5 A
1.5 KW		COS 0.95
1450 R. P. M / Umin		50 HZ Cycle
MODEL – TYPE 0999gdr	MADE IN U.S.A	Siemens Energy & Automation, Inc. Little Rock, AR

وقد تقل هذه المعلومات أو تزيد فى لوحة التسمية حسب تصميم وسياسة الشركة المصنعة ، كما يجب أن يتم تسجيل تلك المعلومات قبل البدء فى فك المحرك .

2- بيانات داخلية

وهو من داخل المحرك وقبل فكه يجب تعليم جوانب المحرك (وضع علامات على جسم المحرك وعلى الغطائين الجانبيين) بالزنبة أو شوكة علام وبعد فكه تؤخذ المعلومات لأن تلك المعلومات هى التى تساعدنا فى رسم إنفراد اللف بشكل صحيح ويتم أخذها سواء عن طريق العضو الثابت أو الملفات الموضوعة داخل المجارى وهذه المعلومات هى :
عدد المجارى - عدد الملفات - عدد اللفات - عدد الأقطاب (عدد المجموعات) - قطر السلك بالعازل – وبدون عازل - نوعية اللف - خطوة اللف

ثانيا : - حل الملفات (نزع الملفات)

يتم نزع الملفات بقطعها من أحد جوانبها وسحبها من الجانب الأخر وذلك باستخدام أجنة مستوية ، ويراعى فى هذه الحالة أن تكون الأجنة مائلة فى حال استخدامها ثم تدق بالجاكوش بلطف وعدم استخدامها بشكل رأسى لأنها قد تؤدى إلى إتلاف شرائح العضو الثابت . ويتم رفع الخوابير باستخدام صفيحة منشار وجاكوش وذلك بالدق على سلاح المنشار حتى تنغرس أسنانه فى الخابور ثم يدفع بالجاكوش إلى الخارج . وبواسطة الدفع بالملفات بالدق عليها داخل المجارى باستخدام سيخ معدنى صلب قطره أقل من فتحة المجرى يتم خروج الملفات وسحبها من الناحية الأخرى .

ثالثا : عزل المجارى

يجب عزل المجارى بعازل مناسب وبالأطوال المحددة لنفس المجرى وذلك العازل يحمى الأسلاك من أى احتكاك بالعضو الثابت وحماية الأسلاك من الزوايا الحادة والتى تزيل عزل الأسلاك الخاصة باللف .

رابعا : لف الملفات

لف الملفات يتم بعد أخذ المعلومات المطلوبة بعد حل الملفات حسب عدد المجموعات واللفات ونوع اللف وقطر السلك ثم تصنع الفورمة المناسبة بالمقاس الخاص بخطوة اللف . وتبدأ العملية بمعرفة نوع اللف فإذا كان اللف متداخل تشكل قطعة من السلك الغليظ على شكل اللفة الداخلية للملف الأول الصغير مع زيادة الطول حوالى واحد ونصف سنتيمتر خارج المجرى من كل جهة ويزاد كلما زادت قدرة المحرك ثم تكرر العملية للملف الذى يليه على أن يمتد خارج المجرى من الجهتين بحيث تصبح المسافة بينه وبين الملف الأول واحد سنتيمتر تقريبا ويمكن الحصول على أكثر من ملف بهذه الطريقة وتسمى هذه العملية بأخذ لقطة الخطوة .

خامسا : تسقيط الملفات فى المجارى

قبل أن نبدأ عملية تسقيط الملفات يجب مراعاة أن تكون أطراف الملفات من الجهة التى بها فتحة الروزتة ، بعد ذلك يتم مسك الملف باليدين من جهتى العضو الثابت ويتم تقسيم لفات الجانب الأول للملف إلى مجموعات ثم يتم دفع كل مجموعة تليها الأخرى حتى تستقر فى قاع المجرى وتتبع نفس الطريقة عند تسقيط الجانب الثانى للملف وبعد الانتهاء من تسقيط لفات الملف جميعها يوضع فوقها غطاء من ورق البرسبان وذلك للحفاظ على عدم خروج الأسلاك من المجرى . وتتبع نفس الطريقة مع باقى ملفات المجموعة وجميع ملفات المحرك . مع التأكد من عدم وجود أى أسلاك خلف عزل المجارى ، مع مراعاة المحافظة على الأسلاك من أى خدش أو إحتكاك بحديد المجارى

سادسا : توصيل الملفات

وهذا التوصيل يرجع إلى عدد الأقطاب وطريقة التوصيل بالنسبة للمجموعات ويجب معرفة أنواع التوصيلات الموجودة والتى يوصل بها المحركات بشكل عام .

سابعا : توصيل الملفات وتحزيمها

بعد الانتهاء من وضع الملفات فى المجارى وتحزيمها من الخلف يتم ضبط وضع الملفات على محيط العضو الثابت بواسطة دقماق خشب أو كاوتش لتكون الملفات على شكل حلقة كاملة الاستدارة لتسهيل دخول العضو الدائر وعدم احتكاكه بها أثناء دورانه ثم نقوم بتوصيل ملفات كل وجه على حدا حسب القطبية بطريقة تجعل كل قطبين متجاورين مختلفى القطبية مع مراعاة العلاقة بين عدد الأقطاب وعدد المجموعات، ثم تلحم جميع الوصلات وتزود أسلاك توصيل لأطراف كل وجه مع خط القدرة بسلك توصيل مرن ويستحسن أن يكونا ذى ألوان مختلفة للبدايات والنهايات . ثم يتم تحزيم الملفات من الأمام بالدوبارة أو شريط القطن مع العناية بربط أطراف التوصيل مع الملفات وذلك حتى لاتنقطع من الملفات إذا حدث وتعرضت للشد لأى سبب من الأسباب

ثامنا : اختبار الملفات

بعد إتمام عملية اللف وعمل التوصيلات يصبح من اللازم اختبار الملفات والوصلات بدقة للتأكد من عدم وجود قصر أو دوائر مفتوحة أو تماس أرضى أو توصيلات غير صحيحة .

تاسعا : تشبيع الملفات بالورنيش

تشبيع الملفات بالورنيش الهوائى يؤدى إلى تماسكها وزيادة كفاءة عزلها ويتم ذلك بوضع العضو الثابت فى إناء بوضع تكون المجارى رأسية ثم يصب فوقها الورنيش ببطء إلى أن يتخلل الورنيش جميع أجزاء الملفات مع مراعاة إزالة الورنيش الذى يمكن أن يكون قد تساقط على محيط العضو الثابت أو على الأجناب .

عاشرا : التجميع النهائى والتوصيل والتجربة وأخذ القياسات

يتم تجميع المحرك بعد جفاف الورنيش ويوصل بالمنبع المناسب مع قياس شدة التيار لكل وجه بواسطة بنسة الامبير والتأكد من أنه مناسب للتيار المسجل على لوحة التسمية ، وأيضا قياس سرعته بالتاكوميتر



2- التدريب عن طريق المحاكاة على :

أ- الطرق المتبعة فى لف ملفات المحركات الثلاثية الأوجه
ب - لف عدد من الملفات ثم توصيلها معا بحيث يكون التيار فى اتجاه واحد فى جميع الملفات
جـ - لف مجموعة بخطوة متساوية واسقاطها بمجارى المحرك .
د - لف مجموعة بخطوة متداخلة واسقاطها بمجارى المحرك .
هـ - توصيل المحرك نجمة / دلتا عن طريق الروزتة كما بالشكل .

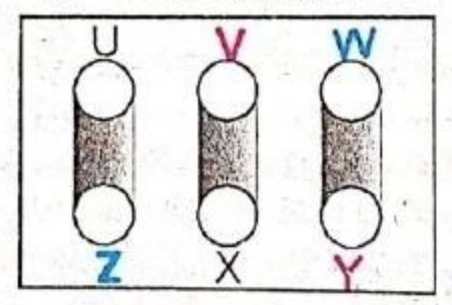
طريقة توصيل النجمة :

أ – توصيل نهايات الاوجه الثلاثة مع بعضها .
ب - ترك اطراف بدايات الاوجه الثلاثة مفتوحة (U ، V ، W) لتوصيل التيار الكهربى

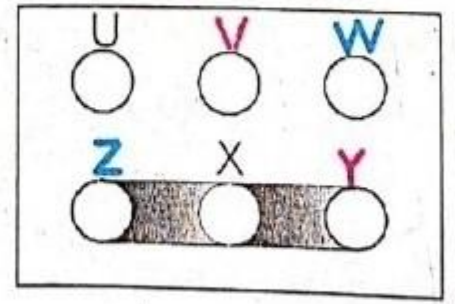
طريقة توصيل الدلتا :

أ – يوصل نهاية الوجه الثالث مع بداية الوجه الاول ويخرج طرف U .
ب - يوصل نهاية الوجه الأول مع بداية الوجه الثانى ويخرج طرف V .
جـ - يوصل نهاية الوجه الثانى مع بداية الوجه الثالث ويخرج طرف W .

الشكل يبين توصيل دلتا Δ



الشكل يبين توصيل نجمة Y



الاشكال تبين توصيل ملفات المحرك نجمة و دلتا بتوصيل المحرك

التدريب على فك وتجميع ملفات الثلاث اوجه

الخطوات المتبعة لفك المحركات الكهربائية :

1- نقل الألة الى ورشة الكهرباء ، مع وضع لوحة ارشادية لوجود اصلاح تعلق على مكان الألة

2- كتابة المعلومات الفنية والبيانات الموجودة على لوحة الالة (Name Plate) فى مذكرة المعلومات لسهولة الاستعانة بها والرجوع اليها عند الصيانة .

3- التأكد من وجودالعدد اللازمة لفك الالة بالطريقة الفنية المتخصصة .

4- فك الكابل الموصل للمحرك ، ولف شريط لحام على الأطراف العارية لعزلها ، وتجنب الخطر .

5- فك الألة وذلك بحل مسامير التثبيت ، وفك الكبلنج (Coupling) .

6- تنظيف جسم المحرك من الخارج ، وتنظيف المسامير من الصدأ والأتربة بواسطة فرشاة سلك وفوطة .

7- فك غطاء الروزتة ، وفك الكبارى من الأطراف ويجب تلامس اطراف الألة ببعضها وبجسم الألة لتخليصها من اى شحنات كهربائية استاتيكية .

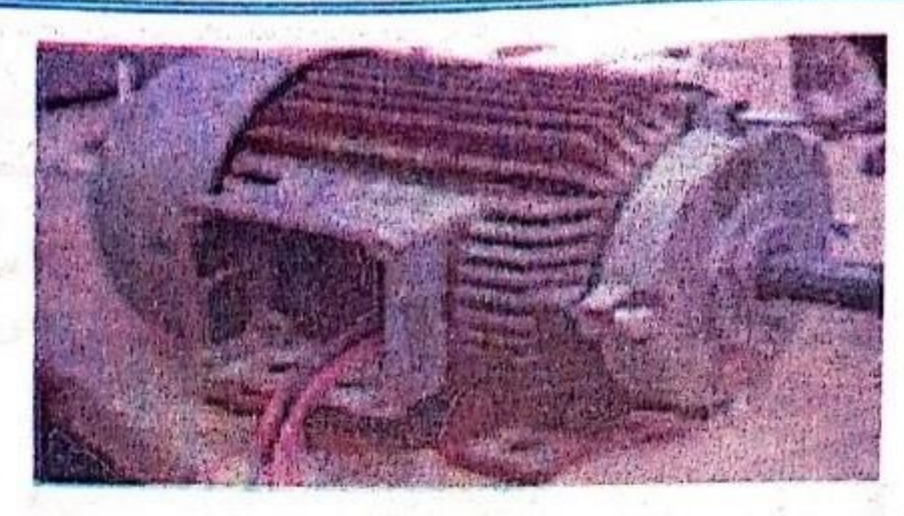
8- يتم فك غطاء علبة التوصيل على الغطاء الخارجى .

9- تحديد وضع غطائى الألة ، بوضع علامة (بقلم تعليم او زنبة علام) على الغطاء وجسم الألة ، كل غطاء بعلامة مختلفة حتى يسهل بعد ذلك تركيب الألة .

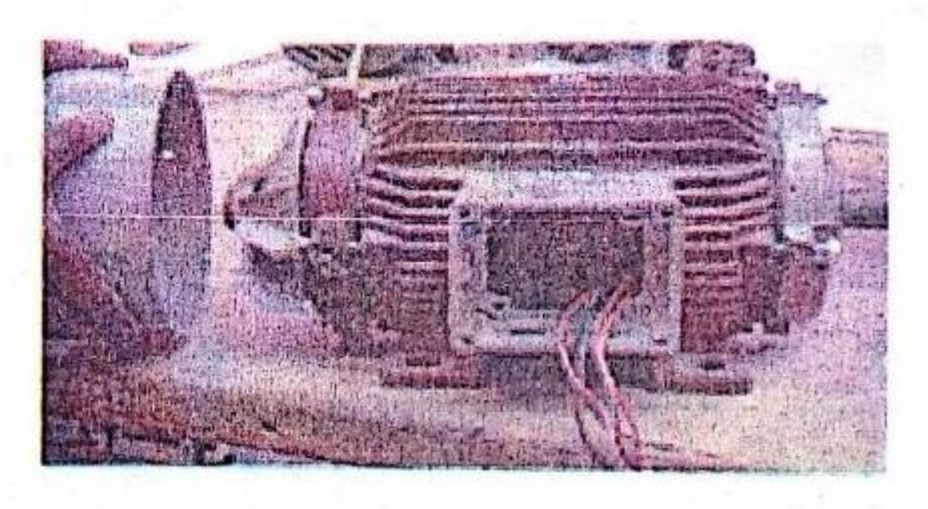
10- فك غطاء مروحة تبريد المحرك ثم المروحة فى حالة تزويد المحرك بها ، ثم يتم فك مسامير ربط الغطاءان الجانبيان مع مراعاة استخدام المفاتيح البلدى او مفاتيح الصندوق او المفكات المناسبة حسب شكل وابعاد راس المسمار ، كما يجب عدم استخدام الزرادية مطلقا فى عملية فك المسامير حتى لا تتعرض رؤوس المسامير للتلف ويصعب فكها وربطها مرة اخرى ، وتوضع المسامير التى تم فكها فى علبة لحفظها من الضياع ، ويستخدم الدقماق الخشبى للدق على غطائى المحرك حتى يتم فصلها عن اطار العضو الثابت ولا يستخدم الجاكوش فى هذه العملية ، ثم يتم غسل الغطاءان بالبنزين جيدا لنظافتهما من الشحم القديم .

11- سحب العضو الدوار(Rotor) بعناية وحرص لعدم اصابة الملفات واستقباله بكلتا اليدين مع المحافظة على الملفات .

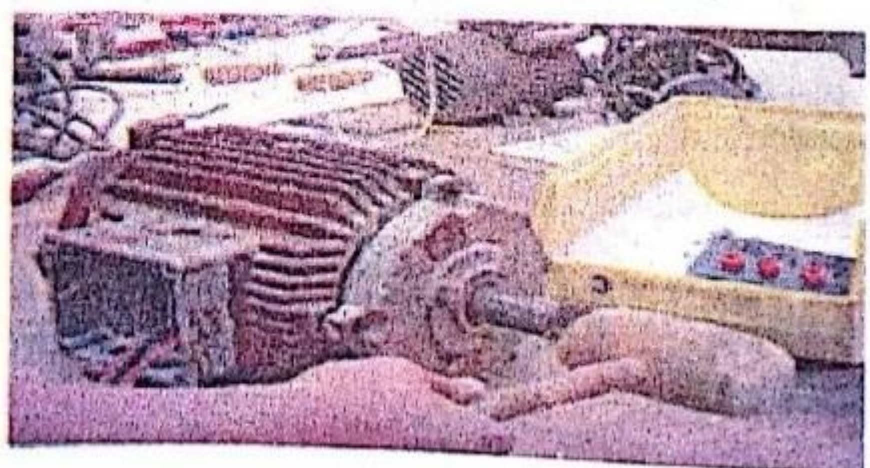
12- التعرف على اجزاء المحرك .



فك مسامير تثبيت الغطاء



فك الغطاء الواقى لمروحة التهوية



اخراج الغطاء الخلفى



اخراج العضو الدائر

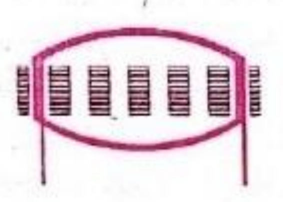


اخراج الغطاء الأمامى

التدريب على إعادة لف محركات التيار المتغير الثلاثية الأوجه

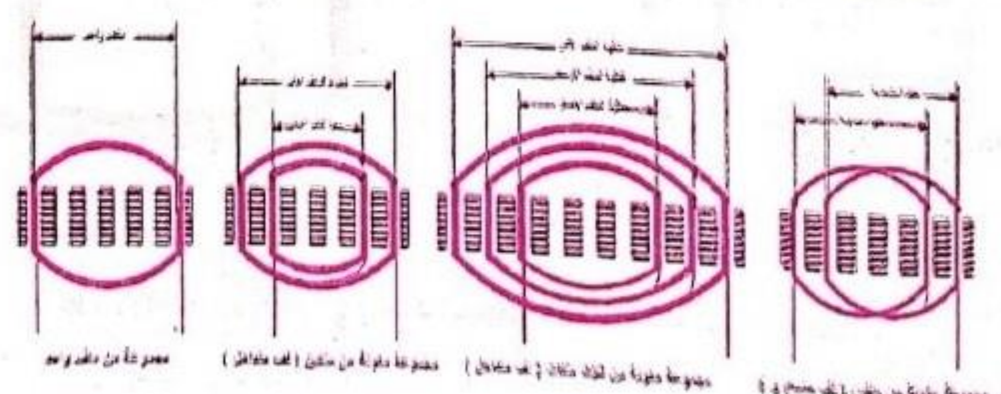
مقدمة : عند إعادة لف المحركات الكهربية يجب ان يكون معلوما لدينا أن تصميم ملفات أى محرك يتم وفقا لقواعد وحسابات وضعت بمعرفة الشركة المنتجة للوصول إلى أفضل أداء للمحرك وبأقل التكاليف الممكنة ، لذا يجب لف ملفات المحرك المطلوب إعادة لفه طبقا لما كان عليه قبل تلف ملفاته دون أى تغيير . وفيما يلى المعلومات والخطوات التى يجب معرفتها قبل البدء فى إجراء عمليات للف

الملف : وهو عبارة عن عدد من اللفات من السلك المعزول بطبقة من الورنيش تلف في اتجاه واحد وتسمى المسافة بين جانبى الملف بخطوة اللف وتكون خطوة اللف خطوة كاملة إذا كانت تساوى خطوة القطب ، وتكون خطوة اللف خطوة كسرية إذا كانت أكبر أو أقل من خطوة القطب .



ملف من عدة لفات

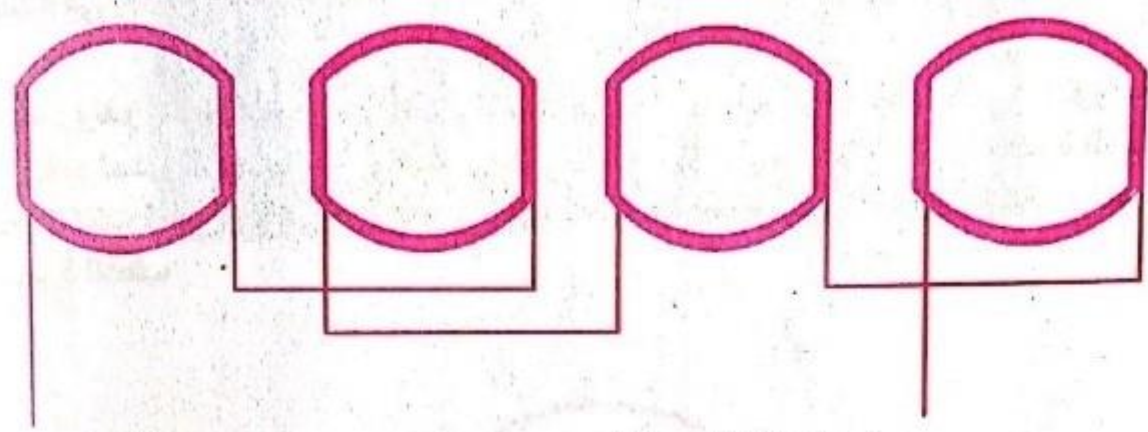
المجموعة : وهى عبارة عن عدد من الملفات توصل معا بالتوالى بحيث يكون التيار فى اتجاه واحد فى جميع الملفات فى المجموعة وتكون المجموعة إما ملف أو ملفين أو ثلاثة أو أكثر .





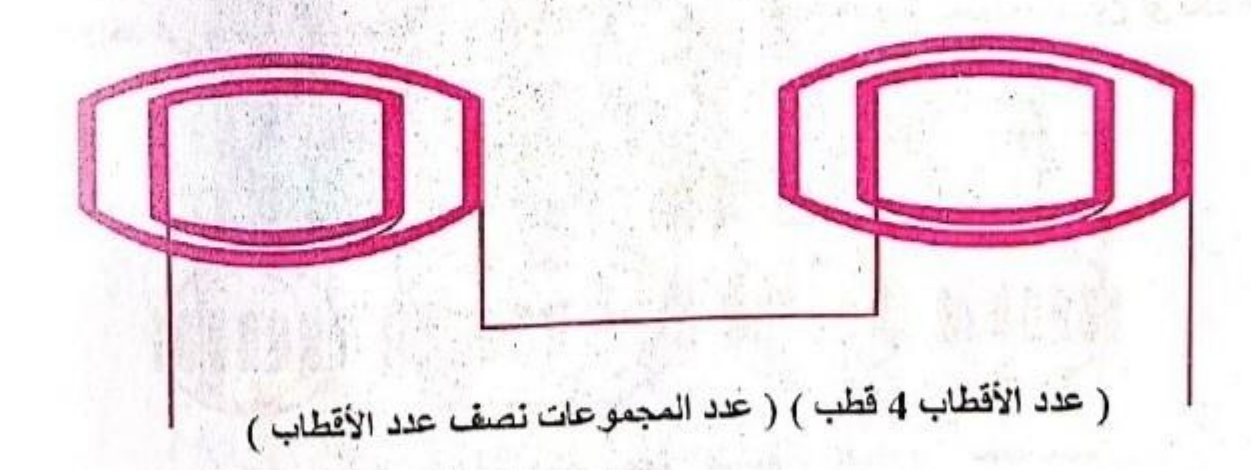
توصيل المجموعات:

التوصيل على التوالى (نهاية بنهاية ــ وبداية ببداية) :
توصل المجموعات بهذه الطريقة عندما تكون عدد المجموعات مساوية لعدد الأقطاب



(عدد الأقطاب 4 قطب) (عدد المجموعات 4 مجموعة)

التوصيل على التوالى (نهاية ببداية)
توصل المجموعات بهذه الطريقة إذا كانت عدد المجموعات مساوية لنصف عدد الأقطاب



(عدد الأقطاب 4 قطب) (عدد المجموعات نصف عدد الأقطاب)

ثانياً : التمارين التنفيذية

اسم التمرين :

التدريب على اعادة لف العضو الثابت لأنواع مختلفة من محركات التيار المتغير الثلاثى الأوجه ذات العضو الدائر (قفص سنجابى)

الغرض من التمرين :

1- التدريب على استعمال العدد والادوات اللازمة فى اعادة اللف .
2- التدريب على ازالة ملفات المحرك بفكها من العضو الثابت .
3- التدريب على تنظيف المجارى وأخذ البيانات اللازمة .
4- التدريب على رسم انفرادات الدوائر لمحركات ذات قطبيات مختلفة .
5- التدريب على كيفية عمل الفورمة الخاصة بالملف .
6- التدريب على عزل مجارى العضو الثابت وتسقيط الملفات بالمجارى .
7- التدريب على توصيل الاطراف الداخلية وتوصيل نهايتها بالسلك المرن .
8- التدريب على تحزيم الملفات بشريط القطن أو الدوبارة .
9- التدريب على اختبار ملفات المحرك للتأكد من صحة التوصيل وتجربة المحرك بعد توصيل الاطراف على الروزتة وتوصيلها نجمة او دلتا .

الخامات المستخدمة :

1- سلك نحاس معزول ورنيش .
2- ورق برسبان .
3- سلك اطراف (استرلنج) ويمكن استخدام البديل سلك نحاس معزول بلاستيك 2 ×1 مم2
4- مكرونة عازلة .
5- قصدير بالقلفونية .
6- مساعد لحام (فلكس – قلفونية) .
7- دوبارة أو شريط قطن .
8- ورنيش عازل .

العدد والادوات والاجهزة المستخدمة :

1 – سلاح منشار .
2 – اجنة صلب .
3 – جاكوش .
4 – أزميل صلب .
5 – قصافة .
6 – مقص قماش .

7 – شريحة فبر معدة .
8 – مبرد خشابى .
9 – مصباح اختبار .
10 – زرادية مبططة .
11 – فورمة خشبية .
12 – كاوية لحام .
13 – آفوميتر .
14 – جهاز ميجر .
15 – عداد سرعة
16 – بنسة أمبير

بيانات اعادة لف بعض المحركات الثلاثية الأوجه

القدرة	المجارى	الاقطاب	قطـــر السلك	خطوة اللف	عـدد لفـات الملف	وزن السلك بالجرام
½ حصان	12	2	0.4	6/1	200	400
½ حصان	18	2	0.35	12/10/8/1	130	500
½ حصان	18	4	0.25	6/4/1	250	500
½ حصان	24	4	0.4	6/1	110	500
½ حصان	24	2	0.55	12/10/1	55	500
550 وات	24	2	0.7	12/10/1	50	600
550 وات	24	4	0.5	6/1	100	600
550 وات	24	4	0.35	8/6/1	200	600
½ حصان	36	4	0.4	12/10/8/1	100	700
½ حصان	36	6	0.35	7/1	175	750

يجب معرفة سرعة المحرك وتحويلها الى عدد من الاقطاب وذلك بالاستعانة بالجدول التالى الذى يوضح السرعة وما يقابلها من اقطاب بذبذبة 50 ذ / ث

العلاقة ما بين عدد الأقطاب وسرعة دوران المحرك

عدد الاقطاب	2	4	6	8	10	12
سرعة المجال (RPM)	3000	1500	1000	750	600	500
سرعة العضو الدائر تقريبا	2800	1400	900	700	550	450

حسابات اللف لمحركات الثلاثة أوجه

أولا :

$$\text{خطوة اللف} = \frac{\text{عدد المجارى الكلية}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

ثانيا:

$$\text{إيجاد عدد مجارى القطب الواحد} = \frac{\text{عدد المجارى الكلية}}{\text{عدد الأقطاب}} = \text{مجرى/ قطب}$$

ثالثا :

$$\text{إيجاد عدد مجارى الوجه تحت كل قطب} = \frac{\text{عدد المجارى القطب الواحد}}{\text{عدد الأوجة}} = \text{مجرى/ وجة / قطب}$$

رابعا :

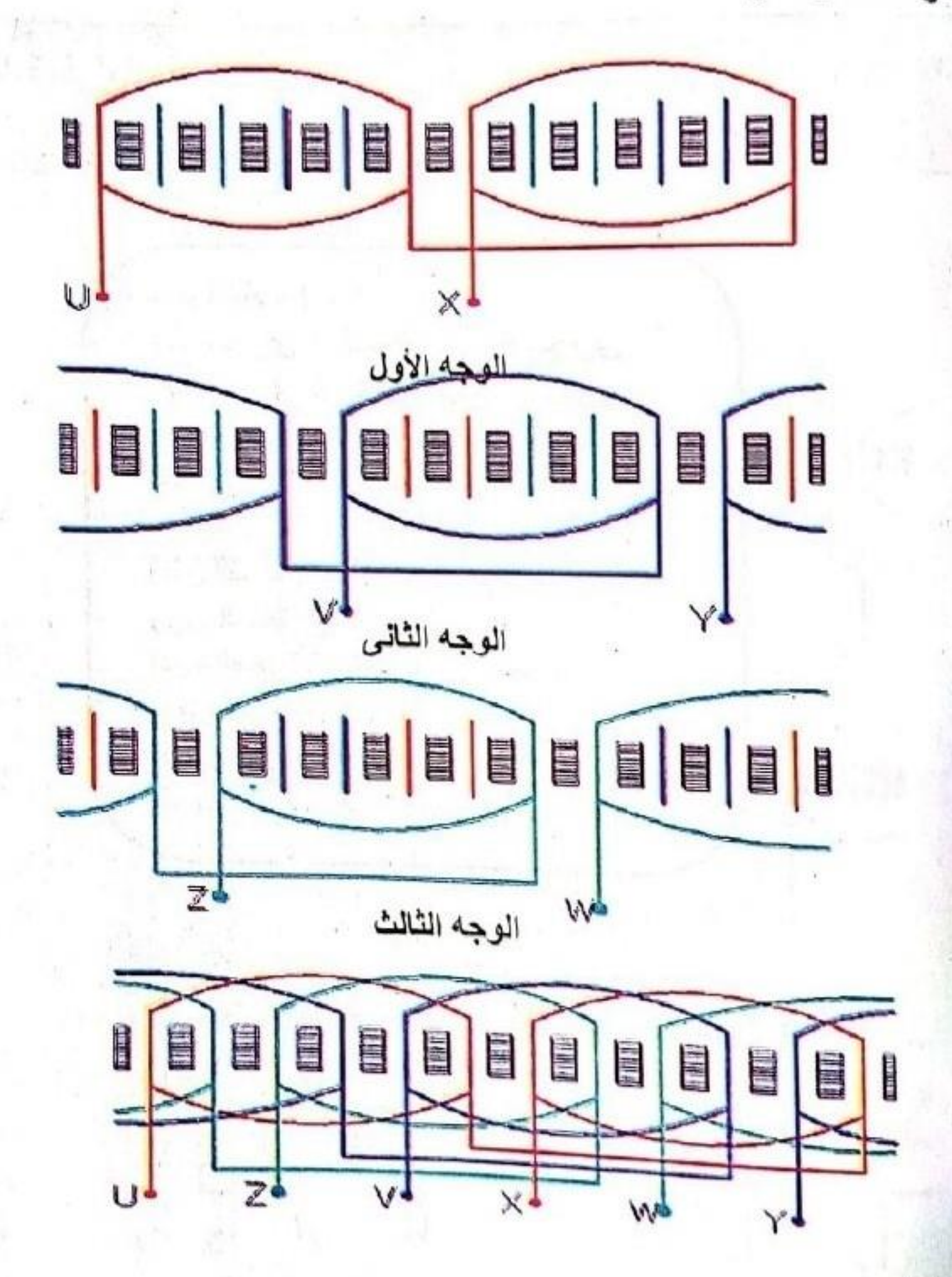
$$\text{إيجاد قيمة الزاوية الكهربية للمجرى} = \frac{180 \text{ (الزاوية بين كل قطب والأخر)}}{\text{عدد مجارى القطب الواحد}} = \text{درجة}$$

التدريب الأول :

اعادة لف محرك ثلاثة اوجه 12 مجرى 2 قطب سرعته 3000 لفة /د بخطوة لف 1- 6

عدد مجارى القطب الواحد 6 مجارى
عدد مجارى الوجة / قطب 2 مجرى
عدد مجموعات الوجة الواحد 2 مجموعة
عدد ملفات المجموعة الواحدة ملف واحد
خطوة اللف 1 – 6
عددلفات الملف 200 لفة
قطر السلك بالعازل 0.4 مم
وزن السلك 450 جرام
قدرة المحرك ½ حصان
توصيل المجموعات نهاية بنهاية
توصيل الروزتة نجمة
الجهد 380 فولت

الرسم يبين انفراد لف محرك تيار متغير ثلاثة اوجه 12 مجرى 2 قطب خطوة اللف 1 – 6



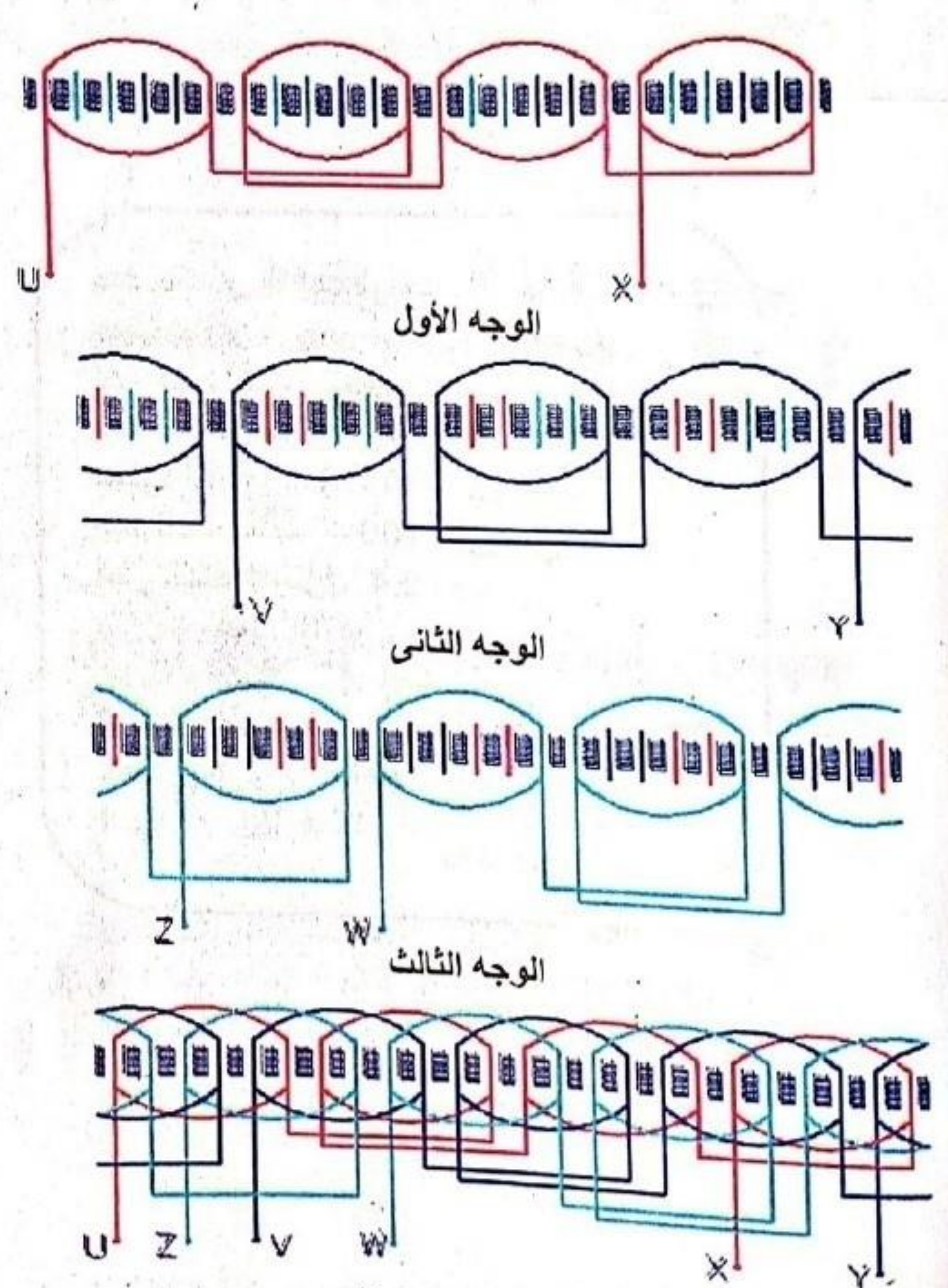
انفراد لف محرك ثلاثة اوجه 12 مجرى 2 قطب سرعتة 3000لفة /د بخطوة لف 1 - 6

التدريب الثانى

اعادة لف محرك ثلاثة اوجه 24 مجرى 4 قطب سرعته 1500 لفة / د بخطوة لف 1- 6

خطوة اللف 1 - 6
عدد مجارى القطب الواحد 6 مجارى
عدد مجارى الوجة / قطب 2 مجرى
عدد مجموعات الوجة الواحد 4 مجموعات
عدد ملفات المجموعة الواحدة ملف واحد
عددلفات الملف 100 لفة
قطر السلك بالعازل 0.5 مم
وزن السلك 600 جرام
قدرة المحرك 550 وات
توصيل المجموعات نهاية بنهاية
توصيل الروزتة نجمة
الجهد 380 فولت

الرسم يبين انفراد لف محرك تيار متغير ثلاثة اوجه 24 مجرى 4 قطب خطوة اللف 1 - 6



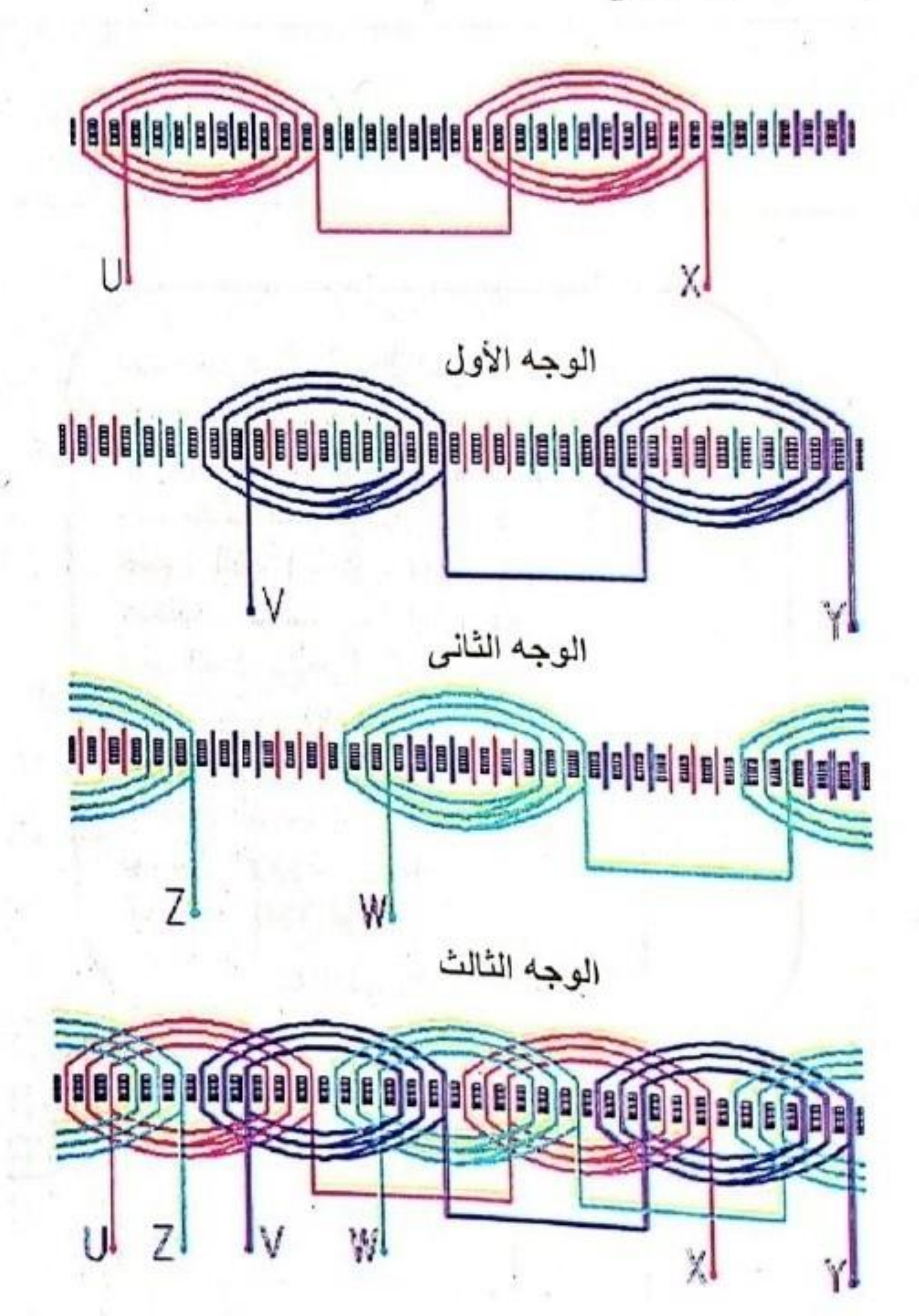
انفراد لف محرك ثلاثة اوجه 24 مجرى 4 قطب سرعتة 1500لفة /د بخطوة اللف 1 - 6

التدريب الثالث

اعادة لف محرك ثلاثة اوجه 36 مجرى 4 قطب سرعته 1500 لفة / د بخطوة لف 1- 8- 10- 12

عدد مجارى القطب الواحد 9 مجارى
عدد مجارى الوجة / قطب 3 مجرى
عدد مجموعات الوجة الواحد 2 مجموعة
عدد ملفات المجموعة الواحدة 3 ملفات
خطوة اللف 1 – 8 – 10 – 12
عدد لفات الملف 100 لفة
قطر السلك بالعازل 0.4 مم
وزن السلك 700 جرام
قدرة المحرك ½ حصان
توصيل المجموعات نهاية ببداية
توصيل الروزتة نجمة
الجهد 380 فولت

الرسم يبين انفراد لف محرك تيار متغير ثلاثة اوجه 36 مجرى 4 قطب
خطوة اللف 1 – 8 – 10 – 12



انفراد لف محرك ثلاثة اوجه 36 مجرى 4 قطب سرعتة 1500 لفة /د
خطوة اللف 1 – 8 – 10 -- 12

التدريب الرابع

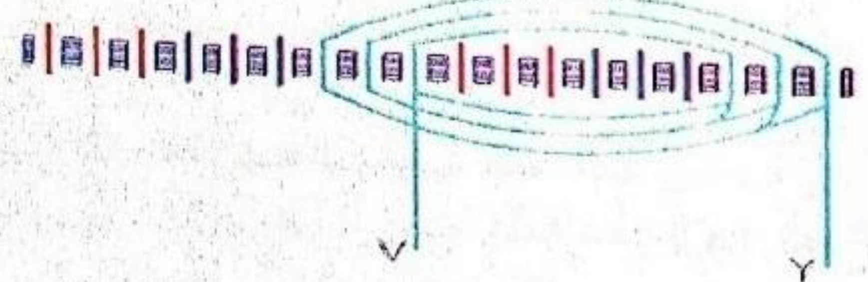
اعادة لف محرك ثلاثة اوجه 18 مجرى 2 قطب سرعته 3000 لفة / د
خطوة اللف 1 – 8 – 10 - 12

عدد مجارى القطب الواحد 9 مجارى
عدد مجارى الوجة / قطب 3 مجرى
عدد مجموعات الوجة الواحد 2 مجموعة
عدد ملفات المجموعة الواحدة 3 ملفات
خطوة اللف 1 – 8 – 10 – 12
عددلفات الملف 130 لفة
قطر السلك بالعازل 0.35 مم
وزن السلك 500 جرام
قدرة المحرك ½ حصان
توصيل المجموعات نهاية بنهاية
توصيل الروزتة نجمة
الجهد 380 فولت

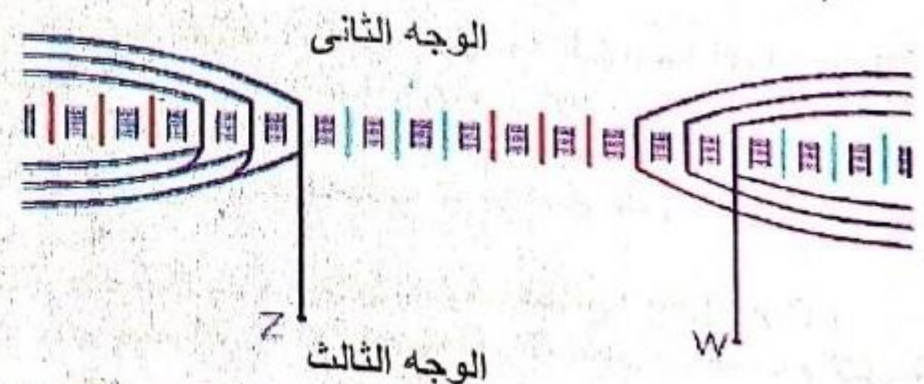
الرسم يبين انفراد لف محرك تيار متغير ثلاثة اوجه 18 مجرى 2 قطب خطوة اللف 1 – 8 – 10 – 12



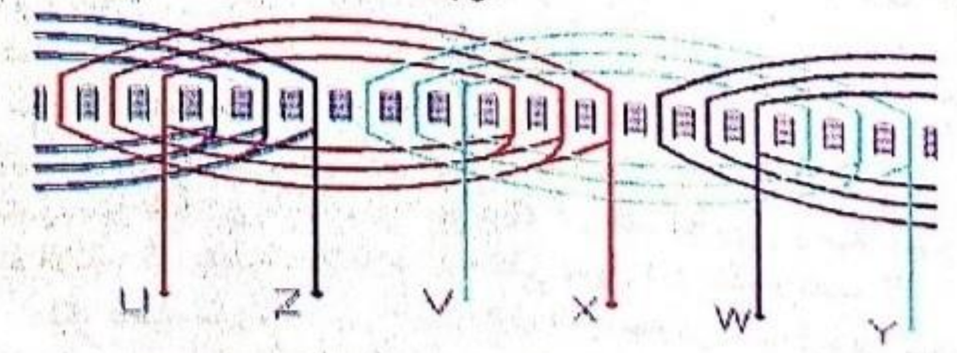
الوجه الأول



الوجه الثانى



الوجه الثالث



انفراد لف محرك ثلاثة اوجه 18 مجرى 2 قطب سرعتة 3000 لفة / د خطوة اللف 1 – 8 – 10 -- 12

التدريب على عمل الصيانة اللازمة لمحركات التيار المتغير ثلاثة أوجة

أعمال الصيانة للمحركات الكهربائية :

تنظيف الآلة – اختبار مسامير التثبيت – اختبار الكبلنج – اختبار صوت الآلة – اختبار مستوى تشحيم رولمان البلى – سماع صوت رولمان البلى – اختبار لوحة التوصيل والعزل – اختبار درجة حرارة الآلة

قواعد الوقاية للحماية عند عمل الصيانة :

التأكد من عمل جميع إجراءات الوقاية والأمان من الجهد الكهربائي قبل البدء فى العمل (أى التأكد من أن منبع الكهرباء مفصول)
التأكد من عدم إعادة توصيل الكهرباء إلا بمعرفة القائم بالعمل .
التأكد من أمان التيار الكهربي (أى خلو الموصلات من الشحنة الكهربائية)
التأكد من وصلة التأريض ، وعدم وجود أى قصر بها .

الخطوات المتبعة لفك المحركات الكهربائية :

1- نقل الآلة إلى ورشة الكهرباء ، مع وضع لوحة إرشادية لوجود إصلاح تعلق على مكان الآلة
2- كتابة المعلومات الفنية والبيانات الموجودة على لوحة الآلة (Name Plate) فى مذكرة المعلومات لسهولة الاستعانة بها والرجوع إليها فى الصيانة .
3- التأكد من وجود العدد اللازمة لفك الآلة بالطريقة الفنية المتخصصة .
4- فك الكابل الموصل للمحرك ولف شريط لحام على الأطراف العارية لعزلهاولتجنب حدوث اى خطر
5- فك الآلة وذلك بحل مسامير التثبيت ، وفك الكبلنج (Coupling)
6- تنظيف جسم المحرك من الخارج وتنظيف المسامير من الصدأ والأتربة بواسطة فرشاة سلك وفوطة
7- فك غطاء الروزتة ، وفك الكباري من الأطراف ، ويجب تلامس أطراف الآلة ببعضها وبجسم الآلة لتخليصها من أية شحنات كهربائية استاتيكية .
8- يتم فك غطاء علبة التوصيل على الإطار الخارجي .
9- تحديد وضع غطائي الآلة ، بوضع علامة (بقلم تعليم أو زنبة علام) على الغطاء وجسم الآلة ، كل غطاء بعلامة مختلفة حتى يسهل بعد ذلك تركيب الآلة
10- فك غطاء مروحة تبريد المحرك ثم المروحة فى حالة تزويد المحرك بها ، ثم يتم فك مسامير ربط الغطاءان الجانبيان مع مراعاة استخدام المفاتيح البلدية أو مفاتيح الصندوق أو المفكات المناسبة حسب شكل وأبعاد رأس المسمار ، كما يجب عدم استخدام الزرادية مطلقا فى عملية فك المسامير حتى لاتتعرض

رؤوس المسامير للتلف ويصعب فكها وربطها مرة أخرى ، وتوضع المسامير التى تم فكها فى علبة لحفظها من الضياع ، ويستخدم الدقماق الخشبى للدق على غطائى المحرك حتى يتم فصلهما عن إطار العضو الثابت ولا يستخدم الجاكوش فى هذه العملية ، ثم يتم غسل الغطاءان بالبنزين جيدا لنظافتهما من الشحم القديم .

11- سحب العضو الدوار (Rotor) بعناية وحرص لعدم إصابة الملفات واستقباله بكلتا اليدين مع المحافظة على الملفات.

12- التعرف على أجزاء المحرك .

13- عمل الاختبارات اللازمة لتحديد الأعطال الكهربية : - لكل عطل من الأعطال التى تتعرض لها المحركات مظهر معين مثل عدم إستطاعة المحرك على بدء دورانه برغم وصول التيار الكهربى إليه أو أن يدور المحرك بسرعة بطيئة ويصدر عنه صوت أو ضجيج .....إلخ

والفنى المتمرس ذو الخبرة عندما يرى مظهر العطل يفكر مباشرة فى عدد من الاحتمالات قد يكون واحد منها أو أكثر أدت إلى ظهور العطل ويبدأ فى عمل الاختبارات باستخدام الأجهزة والأدوات المناسبة لتحديد سبب العطل وإصلاحه .

الباب الثانى

محركات الوجه الواحد

(تدريبات عملية)

1 - التدريب على فك وتجميع وعمل الصيانة اللازمة لمحركات الوجه الواحد
(المحرك ذو الوجه المشطور – المحرك ذو المكثف – المحرك ذو القطب المظلل – المحرك العام)

2 - التدريب على اعادة لف العضو الثابت لبعض أنواع محركات الوجه الواحد وعمل القياسات اللازمة للتأكد من سلامة اللف

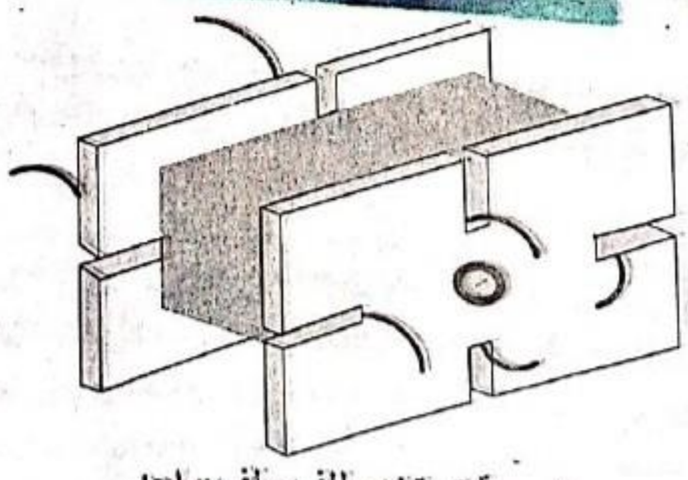
الخطوات المتبعة لإعادة لف المحركات الكهربائية ذات الوجه الواحد

تتم كما جاء فى المقدمة فى اعادة لف محركات الثلاثة أوجه القفص السنجابى

1 - تدوين البيانات .
2 – حل الملفات .
3 – تنظيف المجارى .
4 – عزل المجارى .
5 – لف الملفات : أ - اللف على الفورمة
ب - اللف اليدوى

وتوجد عدة طرق للف الملفات نذكر منها :
اللف على ضبعة : فى هذه الحالة يتم إعداد الفورمة بالمقاس الذى تم الحصول عليه ويلف عليها عدد اللفات المطلوبة مبتدئين بالملف الأصغر ثم الذى يليه وهكذا على أن يربط كل ملف بالدوبارة أو السلك المستعمل الرفيع حتى يمكن حفظ لفات الملفات عند فكها من الفورمة . مع الأخذ فى الاعتبار عدم لف بقية المجموعات إلا بعد التأكد من سلامة مقاس المجموعة بعد تسقيطها داخل المحرك . بعض الفورم المتداخلة مختلفة الاتساع





فورمة تستخدم للف ملف واحد

6 – اسقاط الملفات بالمجارى .
7 – تربيط الملفات وتوصيلها وعزلها
يجب عزل ملفات التقويم عن ملفات التشغيل بورق البرسبان من الجهتين قبل التحزيم وذلك لحماية ملفات التشغيل من التلف إذا احترقت ملفات التقويم أثناء تشغيل المحرك .

8 – اختبار الملفات :
أ – اختبار التأكد من عدم وجود قصر بين ملفات الملف .
ب - اختبار التأكد من صحة القطبية (عدم وجود ملف أو قطب معكوس) .

اختبار الملفات :

بعد إتمام عملية اللف وعمل التوصيلات يصبح من اللازم اختبار الملفات والوصلات بدقة للتأكد من عدم وجود قصر أو دوائر مفتوحة أو تماس أرضى أو توصيلات غير صحيحة .

اختبار القصر :

- إذا اتصلت لفتان أو أكثر بعضهما ببعض اتصالا كهربيا نتج عن ذلك دائرة قصر، ويمكن أن يحدث ذلك عن طريق زيادة الحرارة الناشئة عن تعدى الحمل فى تلف المادة العازلة (الورنيش) للأسلاك فتحدث دائرة قصر . وعندما يتصاعد الدخان من الملفات أثنا تشغيل المحرك . أو عندما يسحب المحرك تيارا زائدا وهو دائر بدون حمل فإن هذا يعنى عادة وجود دائرة قصر .

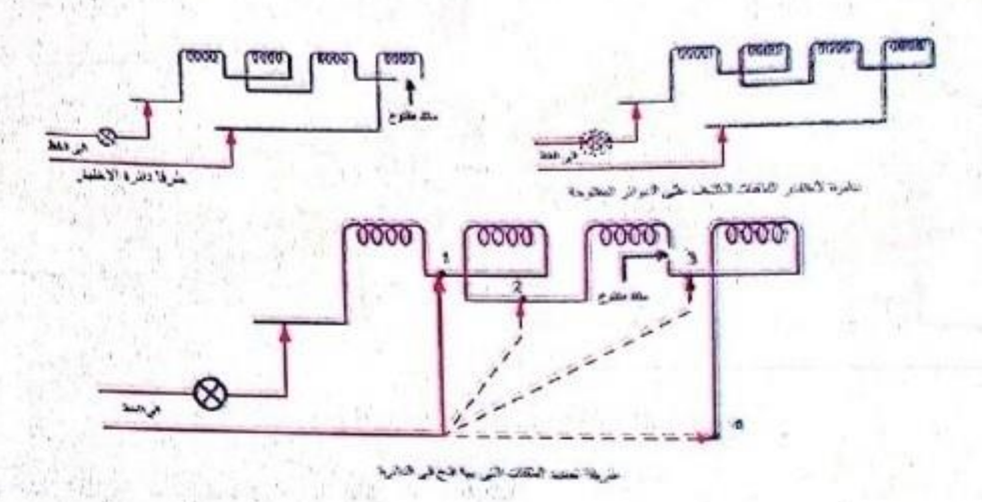
ويمكن الكشف على الملفات المقصورة بإحدى الطرق الآتية :

- يتم تشغيل المحرك لفترة قصيرة ثم يتم البحث عن أسخن ملف فيكون هو الملف الذى به قصر عادة .
- يتم توصيل تيار مستمر ذى جهد منخفض بالملفات وتؤخذ قراءة الجهد بواسطة جهاز فولتميتر بين طرفى كل مجموعة ، والملف الذى يكون عنده الجهد الأقل يكون هو الملف الذى به قصر

- يتم توصيل تيار مستمر ذى جهد منخفض بالملفات ويتم إمرار قطعة من الحديد مقابل القلب الحديدى والقطب الذى يبذل أضعف جذب على قطعة الحديد هو القطب الذى به قصر .

الدوائر المفتوحة :

السبب المعتاد لحدوث دائرة مفتوحة فى المحرك هو وجود توصيلة محلولة أو متسخة أو وجود سلك مقطوع ، وقد يحدث هذا فى ملفات البدء أو ملفات الحركة .



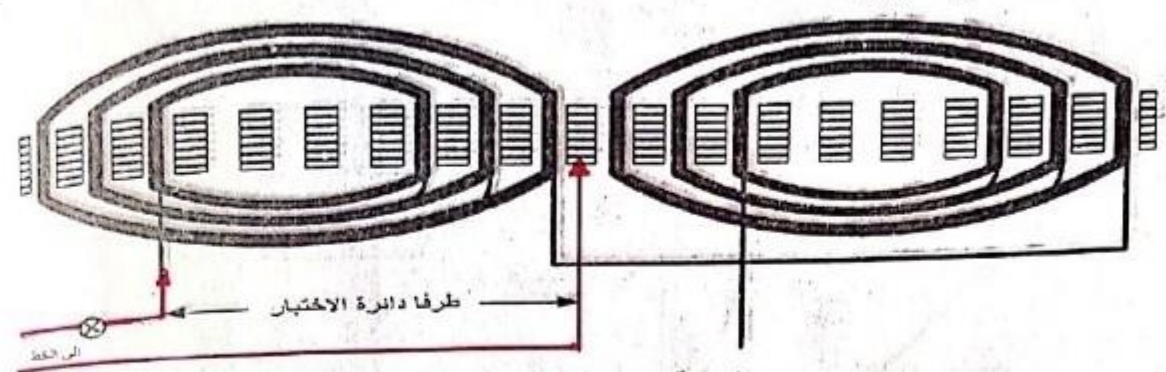
ولمعرفة ماإذا كانت الملفات مفتوحة يوصل طرفا دائرة مصباح الاختبار بطرفى الملفات فإذا أضاء المصباح دل ذلك على أن الدائرة متصلة ، وإذا لم يضئ المصباح كان هذا يعنى وجود فتح فى الدائرة .

التماس الأرضى وجودة العزل

- توصف الملفات بأنها متماسة مع الأرض عندما يحدث تلامس كهربى بينها وبين حديد المحرك . ويمكن حدوث التماس الأرضى عن طريق عدة عوامل ، فيما يلىأكثرها شيوعا :
- يمكن أن تتلامس الملفات بالغطاء الجانبى نتيجة لأن الملفات تبرز أكثر من اللازم من المجارى .
- تلامس الأسلاك مع الرقائق عند أركان المجارى ، ويحتمل حدوث ذلك إذا تحرك العازل فى المجرى أو تمزق أو حدث به شدوخ فى أثناء عملية اللف .

ولمعرفة ما إذا كانت الملفات متماسة مع الأرض يستخدم لذلك جهاز الميجر ويوصل أحد طرفى الجهاز بأحد طرفى ملفات التشغيل والطرف الثانى يوصل مع جسم المحرك ثم تدار يد الجهاز فإذا تحرك المؤشر وقرأ مالانهاية دل ذلك على عدم وجود تماس أرضى .. وإذا قرأ صفرا دل ذلك على وجود تلامس أرضى بين الملفات وجسم المحرك ويتم إزالة السبب وتكرر هذه العملية مع ملفات التقويم . كما يتم إختيار عدم وجود تلامس بين ملفات التقويم وملفات التشغيل و يمكن استعمال مصباح فى حالة عدم تواجد جهاز الميجر .

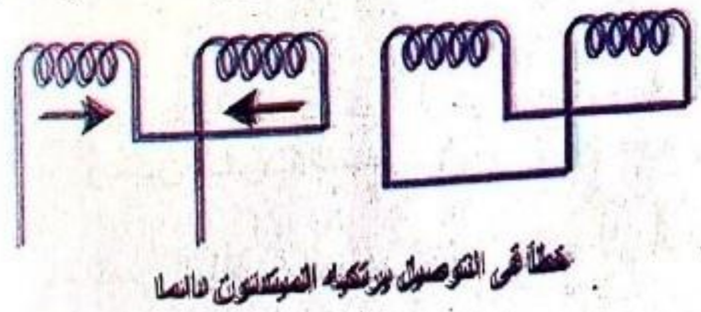
مع ملاحظة أنه : يجب التعامل مع جهاز الميجر بحرص لتلاشى خطورته عند استخدامه
عند إدارة يد الجهاز فإن قيمة الجهد الناتج يساوى 500 فولت جهد مستمر ، وأن الكابل
سوف تشحن وتصبح وكأنها مكثف ، وتسبب خطرا على الإنسان عند ملامسته طرفى التوصيل
. لذلك يجب ملامسة طرفى الميجر ببعضهما بعد إنتهاء القياسات للتخلص من الشحنة
حتى لاتشكل خطرا لمن يلمسه



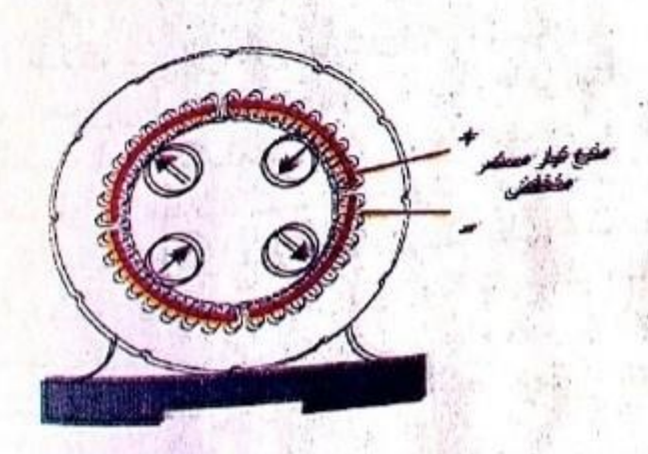
طريقة اختبار التماس الأرضى

الكشف على التوصيلات الغير صحيحة

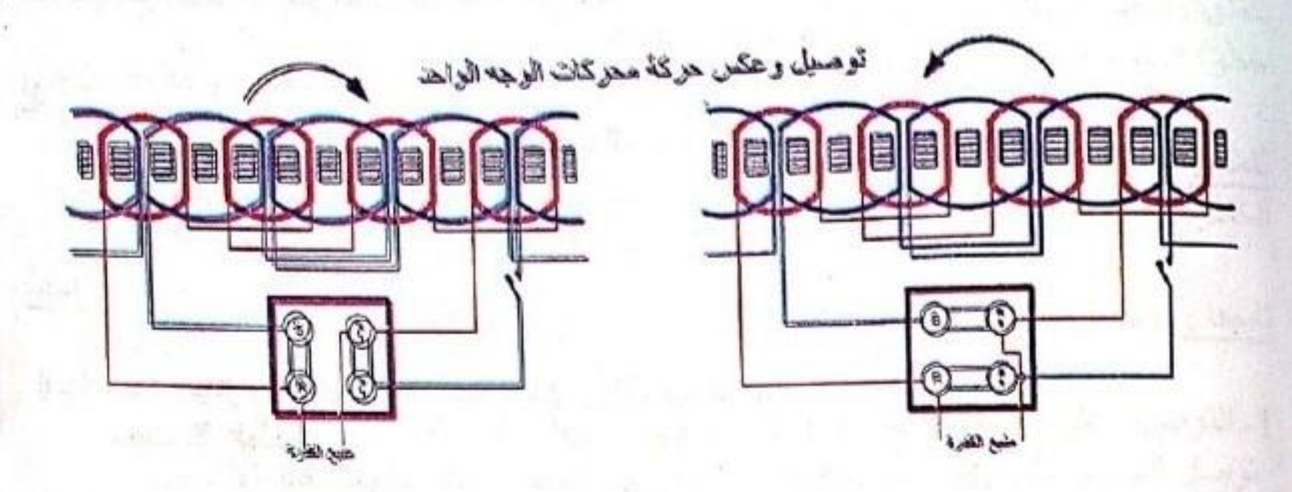
لمعرفة صحة التوصيل يمرر تيار مستمر ذو جهد منخفض إلى طرفى ملفات التشغيل
بوصلة فوق الأقطاب داخل العضو الثابت وتنقل ببطء من قطب إلى آخر فينعكس إتجاه البوصلة
من تلقاء نفسها عند كل قطب وذلك إذا كان التوصيل صحيحا . أما إذاجذب نفس الطرف إلى
قطبين متجاورين ، فإن هذا يعنى وجود قطب معكوس . وتكرر هذه العملية لمعرفة صحة
التوصيل لملفات التقويم



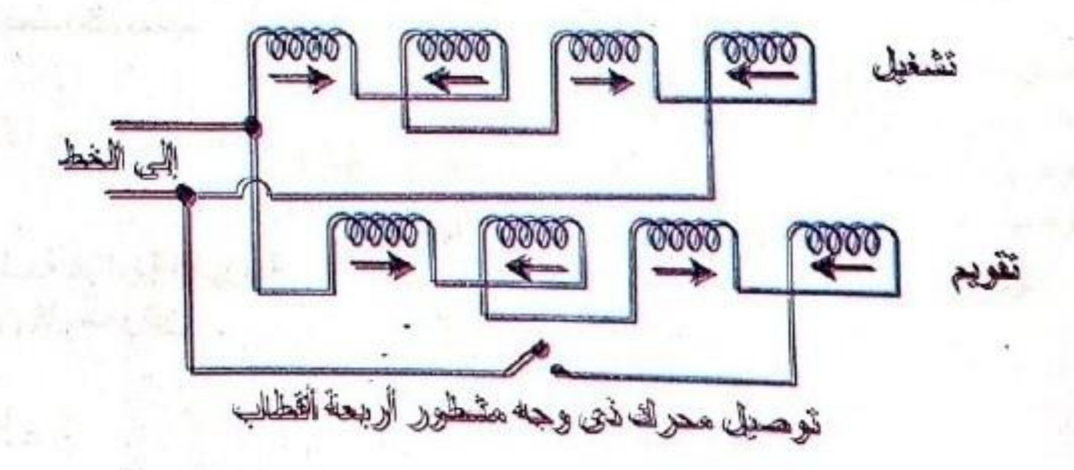
طريقة الاختبار بالبوصلة



عكس إتجاه الدوران



9 – التوصيل والتجربة



توصيل محرك ذي وجه مشطور الأربعة أقطاب

حسابات اللف لمحركات الوجه الواحد

أولا :

إيجاد عدد مجارى القطب الواحد = $\frac{\text{عدد المجارى الكلية}}{\text{عدد الأقطاب}}$ = مجرى

ثانيا :

إيجاد عدد مجارى التشغيل تحت كل قطب = عدد مجارى القطب الواحد × $\frac{2}{3}$ = مجرى

ثالثا :

إيجاد عدد مجارى التقويم تحت كل قطب = عدد مجارى القطب الواحد × $\frac{1}{2}$ = مجرى

رابعا :

إيجاد قيمة الزاوية الكهربية بين كل مجرتين = $\frac{\text{180 (الزاوية بين كل قطب والأخر)}}{\text{عدد مجارى كل قطب}}$ = درجة

خامسا :

إيجاد المسافة بين بداية ملفات وبداية ملفات التقويم = $\frac{\text{90 (الزاوية بين ملفات التشغيل وملفات التقويم)}}{\text{الزاوية بين كل مجرتين متجاورتين}}$ = مجرى التشغيل

سادسا : إيجاد خطوة اللف بالنسبة للتشغيل (خطوة متداخلة)

خطوة الملف الصغير = عدد مجارى التشغيل تحت القطب + 2

خطوة الملف الذى يليه = الخطوة السابقة + 2 وهكذا إذا زادت عدد ملفات المجموعة عن ذلك

سابعا : خطوة اللف بالنسبة للتقوم (خطوة متداخلة)
خطوة الملف الصغير = عدد مجارى قطب التقويم + 2
خطوة الملف الذى يليه = الخطوة السابقة + 2 وهكذا إذا زادت عدد ملفات المجموعة عن ذلك

ثامنا :
الخطوة المتساوية = يتم جمع الخطوات المتداخلة لملفات المجموعة وتقسم على عددها

تاسعا : توصيل المجموعات

1- التوصيل على التوالى (نهاية بنهاية ــ وبداية ببداية)
توصل المجموعات بهذه الطريقة عندما تكون عدد المجموعات مساوية لعدد الأقطاب

2- التوصيل على التوالى (نهاية ببداية)
توصل المجموعات بهذه الطريقة إذا كانت عدد المجموعات مساوية لنصف عدد الأقطاب

3- التوصيل على التوازى
يستخدم هذا التوصيل لأغراض مختلفة منها :
توصيل المجموعات بالتوازى للتشغيل على ضغطين مختلفين
توصيل المجموعات بالتوازى للتشغيل على سرعتين متناصفتين

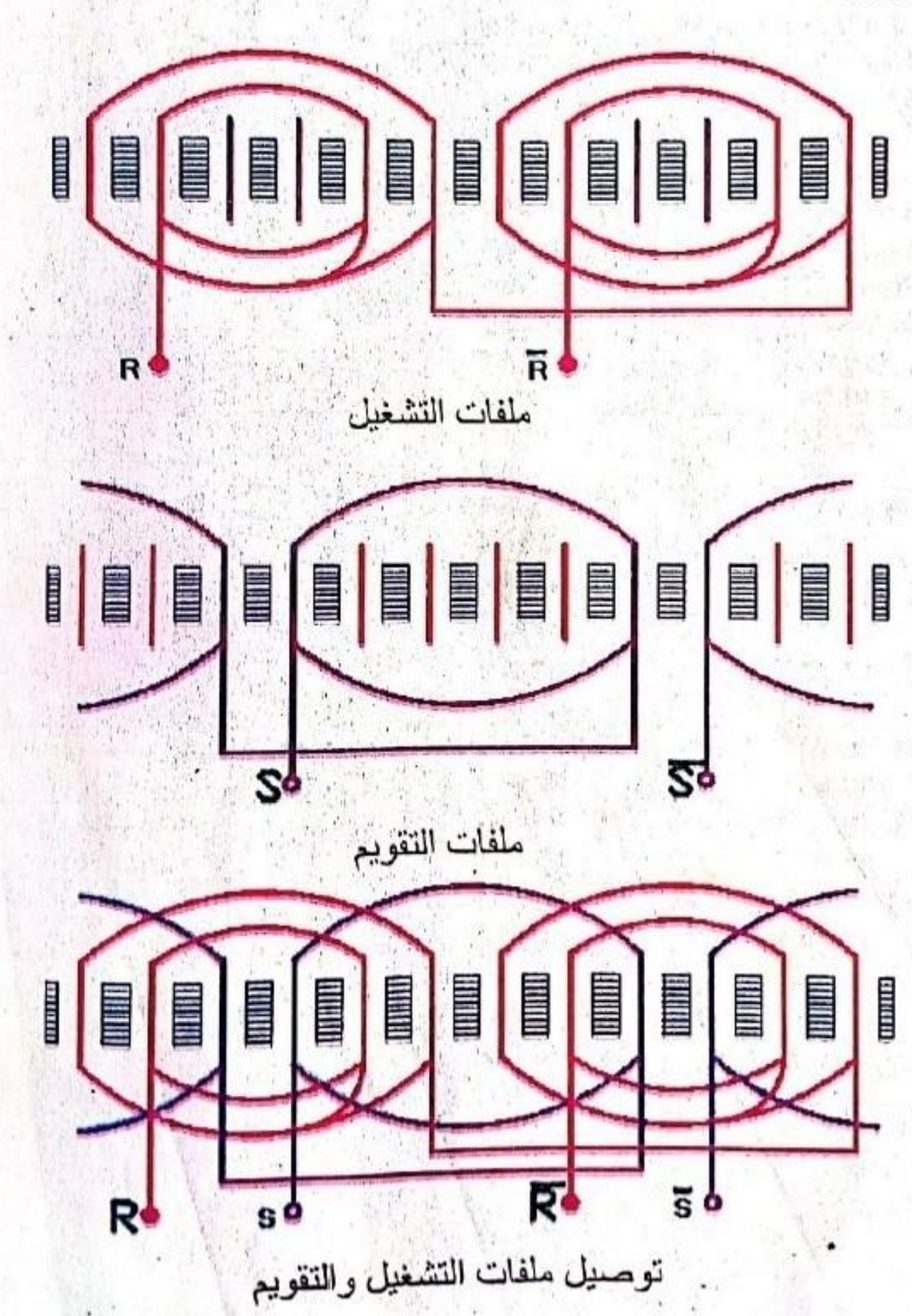
بيانات اعادة لف محركات الوجه الواحد 220 v

القدرة	النوع	المجارى	الاقطاب	خطوة التشغيل والتقويم	قطر السلك	عدد لفات ملف التشغيل والتقويم
0.33 حصان	فوجى	24	4	8/6/4/1 8/6/4/1	0.7 0.35	77/63/42 40/29/21
0.33 حصان	تركى	24	4	7/5/3/1 10/8/6/1	0.7 0.4	58/39/22 97/83/45
0.33 حصان	صينى	24	4	7/5/3/1 7/5/3/1	0.7 0.35	48/48/40 24/48/28
0.33 حصان	بلغارى	24	4	10/8/6/4/1 9/7/1	0.7 0.35	25/40/40/25 60/40
0.33 حصان	بروك	24	4	6/4/1 6/4/1	0.7 0.35	110/77 60/40
0.33 حصان	بلجيكى	24	4	6/4/1 6/1	0.5 0.3	102/92 222
0.33 حصان	توشيبا	24	4	8/6/4/1 8/6/4/1	0.7 0.35	66/52/15 40/19/19
0.33 حصان	جنرال	24	4	8/6/4/1 8/6/4/1	0.75 0.35	80/68/47 38/28/22
0.33 حصان	صينى	24	4	7/5/3/1 7/5/3/1	.0.7 0.4	44/77/44 35/45/35
0.33 حصان	صينى	24	4	7/5/3/1 7/5/3/1	0.8 0.4	45/75/45 25/50/25
0.33 حصان	هيتاشى	24	4	8/6/4/1 8/6/4/1	0.7 0.35	72/62/38 45/27/21
0.33 حصان	فوجى	32	4	8/6/4/1 8/6/1	0.7 0.35	69/64/35 60/40
0.33 حصان	توشيبا	32	4	8/6/4/1 8/6/4/1	0.7 0.4	70/60/34 40/22/20
0.33 حصان	انجليزى	32	4	8/6/4/1 8/6/4/1	0.7 0.45	66/57/38 50/35/30

تابع بيانات اعادة لف محركات الوجه الواحد 220 v

القدرة	النوع	المجارى	الأقطاب	خطوة التشغيل والتقويم	قطر السلك	عدد لفات التشغيل والتقويم
0.33 حصان	بروك	32	4	8/6/4/1 8/6/4/1	0.7 0.35	100/31/39 47/43/26
0.33 حصان	تمسكوا	36	4	9/7/5/3/1 8/6/4/1	0.7 0.4	50/46/40/30 40/39/26/13
0.33 حصان	بلغارى	36	4	10/8/6/4/1 9/7/5/1	0.65 0.4	24/47/35/30 50/38/22
0.33 حصان	بروك	36	4	9/7/5/1 10/8/6/1	0.65 0.4	82/73/55 24/42/35
0.33 حصان	انجليزى	36	4	9/7/5/1 10/8/6/1	0.7 0.4	70/62/47 22/46/40
0.33 حصان	بولندى	48	8	6/4/1 6/4/1	0.6 0.4	110/60 140/50
0.5 حصان	المانى	24	4	6/4/1 6/1	0.55 مزدوج 0.45	52/52 100
1 حصان مكثف MF 20	ايطالى SAER	24	2	12/10/8/6/1 12/10/1	0.7 0.5	36/36/36/36 75/75
1 حصان مكثف MF 20	كالبيدا	24	2	12/10/8/6/1 12/10/1	0.7 0.5	36/36/36/36 73/73
1.5 حصان مكثف MF 32	كالبيدا	24	2	12/10/8/6/1 12/10/1	0.55 مزدوج 0.55	32/32/32/32 75/75
1.3 كيلو وات مكثف MF45	دينماركى ASEA	24	2	12/10/8/6/1 12/10/1	0.6 0.5	124/100/90/80 100/82
2 حصان مكثف 31 MF	ايطالى SAER	24	2	12/10/8/6/1 12/10/1	0.75 مزدوج 0.75	30/30/30/30 68/68
2 حصان 2 مكثف MF 30/140	بلغارى	36	4	9/7/5/1 10/8/1	0.8 مزدوج 0.7	21/21/21 55/55

- محرك تيار متغير وجه واحد - العضو الثابت به يحتوى على 12 مجرى . عدد الأقطاب 2 قطب خطوة لف متداخلة 1- 4 - 6 للتشغيل و 1 - 6 للتقويم . عدد مجارى قطب التشغيل 4 مجرى ، عدد مجارى قطب التقويم 2 مجرى .

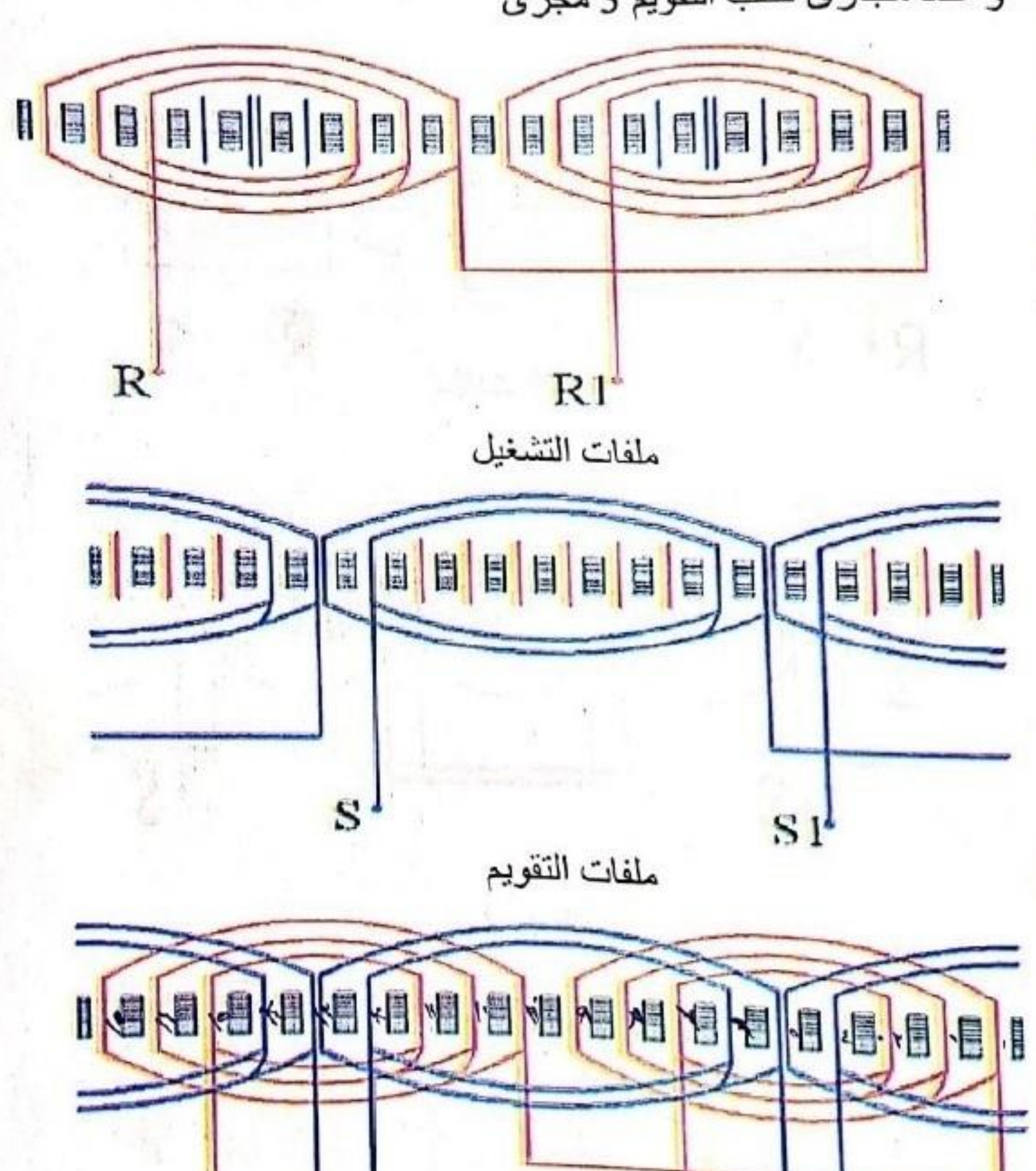


ملفات التشغيل

ملفات التقويم

توصيل ملفات التشغيل والتقويم

- مجرك وجه واحد 18مجرى 2 قطب خطوة اللف 1- 5 - 7- 9 تشغيل و 1 – 8 - 10 تقويم باشراك مجرى و عدد مجارى قطب التشغيل 6 مجرى و عدد مجارى قطب التقويم 3 مجرى

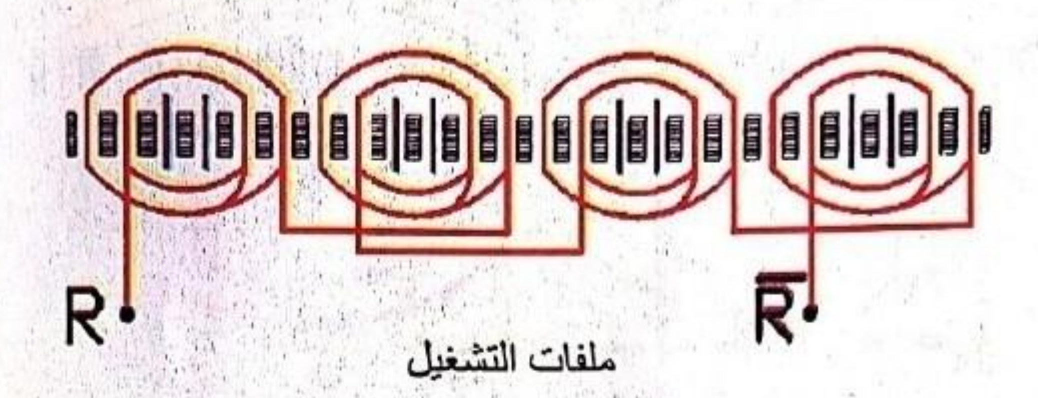


ملفات التشغيل

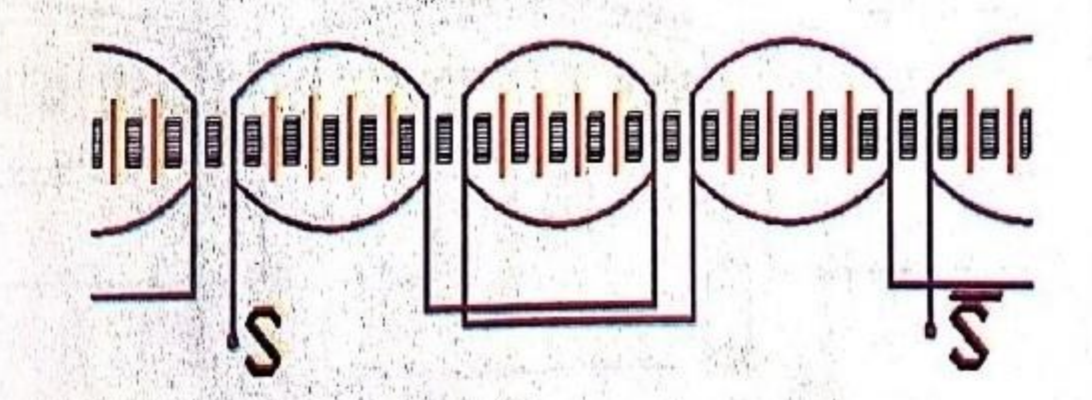
ملفات التقويم

توصيل ملفات التشغيل والتقويم

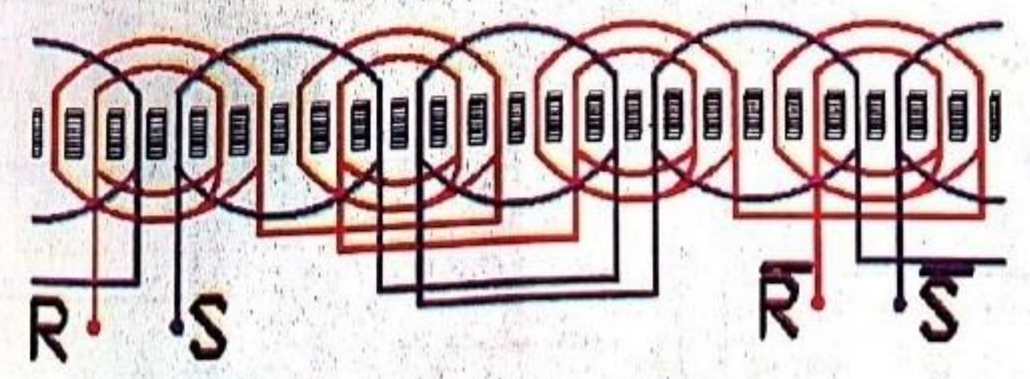
- محرك وجه واحد 24 مجرى 4 قطب خطوة اللف 1- 4 - 6 تشغيل و1 - 6 تقويم عدد مجارى قطب التشغيل 4 مجرى عدد مجارى قطب التقويم 2 مجرى.



ملفات التشغيل

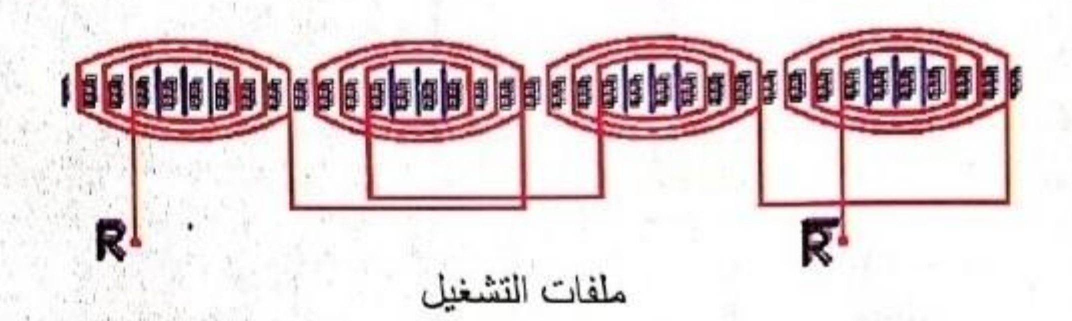


ملفات التقويم

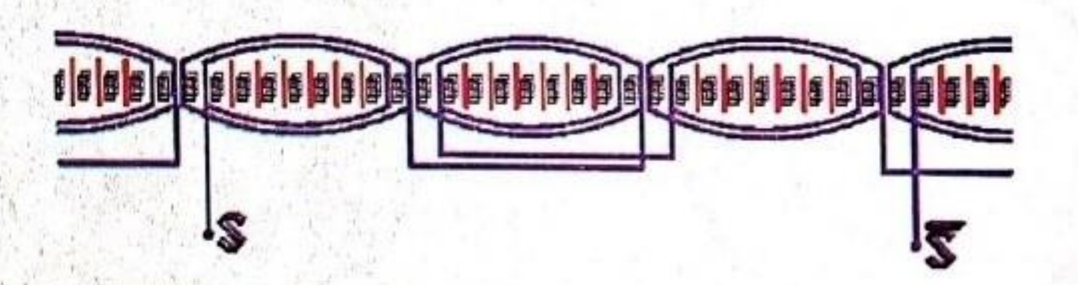


توصيل ملفات التشغيل والتقويم

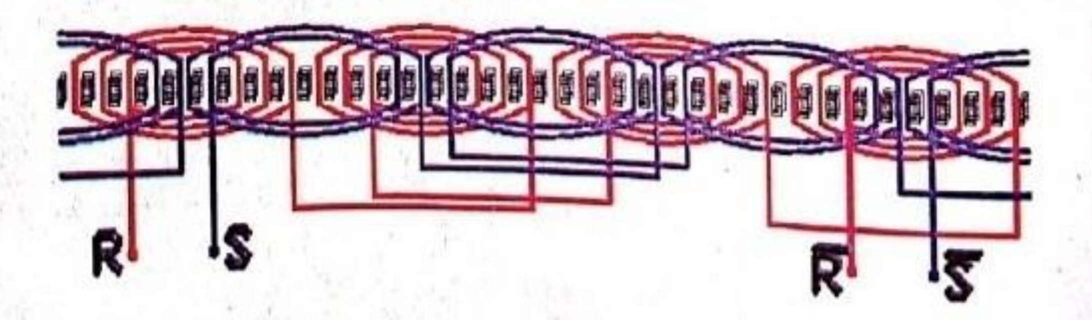
- محرك وجه واحد 36 مجرى 4 قطب خطوة اللف 1- 5 - 7 - 9 تشغيل 1- 8 - 10 تقويم على أساس الملف الكبير تقويم انصاف والصغير كامل عدد مجارى قطب التشغيل 6 مجرى عدد مجارى قطب التقويم 3 مجرى.



ملفات التشغيل

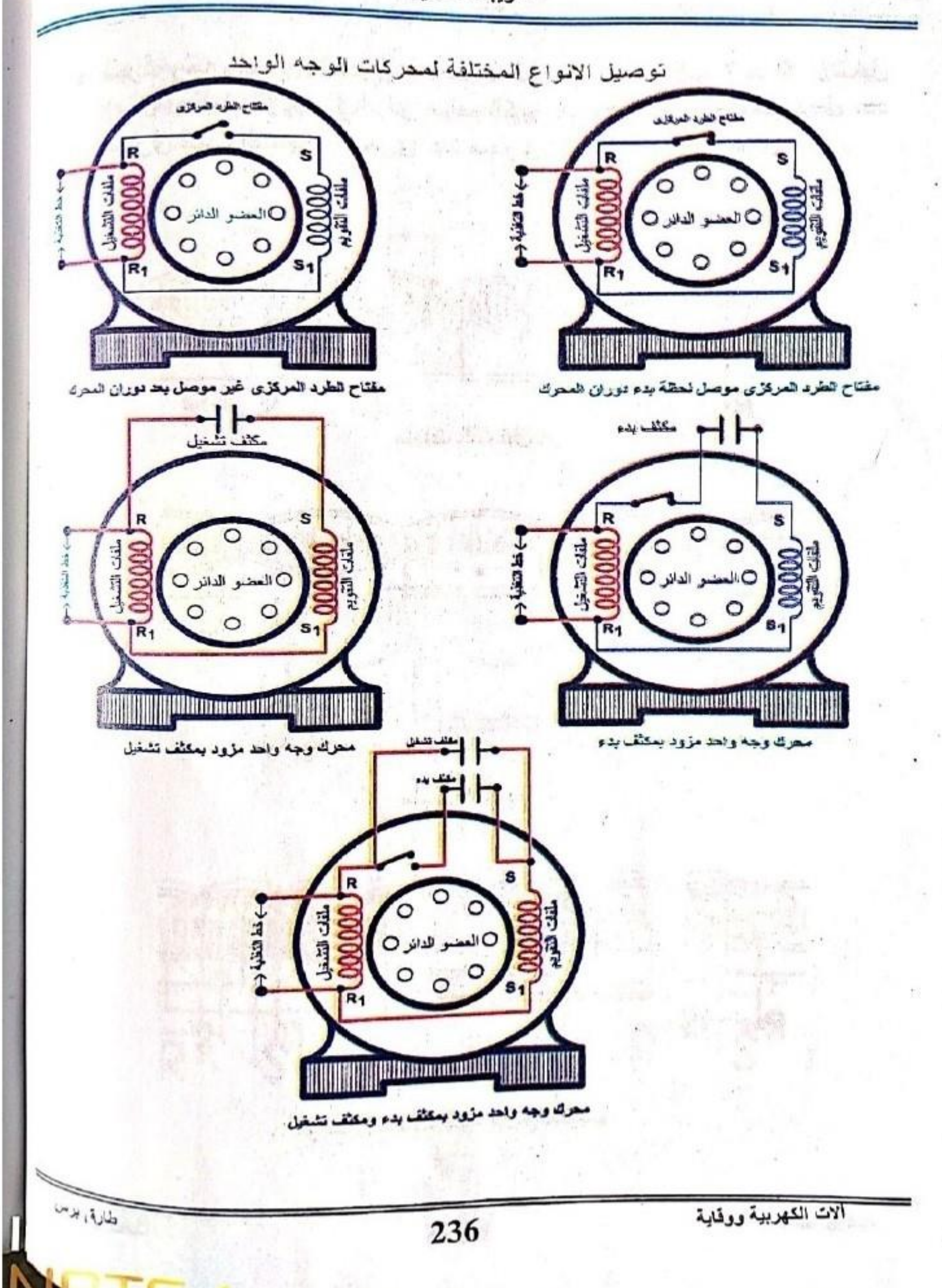


ملفات التقويم



توصيل ملفات التشغيل والتقويم

توصيل الانواع المختلفة لمحركات الوجه الواحد



مفتاح الطرد المركزى موصل لحظة بدء دوران المحرك

مفتاح الطرد المركزى غير موصل بعد دوران المحرك

محرك وجه واحد مزود بمكثف بدء

محرك وجه واحد مزود بمكثف تشغيل

محرك وجه واحد مزود بمكثف بدء ومكثف تشغيل

وفيما يلي بعض الأعطال وأسبابها وطرق إصلاحها للمحركات الكهربائية ذات الوجه الواحد

أولا : بعض الأعطال وأسبابها وطرق إصلاحها للمحرك العام :

العطل	السبب	الإصلاح
المحرك لا يدور	1. احتراق المصهر 2. اتساخ الفرش أو حشرها 3. فتح فى الملفات 4. قصر فى الملفات 5. تآكل فى الكراسي 6. تلامس حامل الفرش مع جسم المحرك. 7. زيادة الحمل 8. قصر فى المبدل	1. بدل المصهر 2. تنظف جيدا والتأكد من حرية حركتها. 3. بدل الملف التالف 4. بدل الملف التالف 5. بدل الكراسي 6. يفصل التلامس وإذا تعذر يبدل الحامل 7. قلل الحمل أو بدل المحرك بأخر مناسب للحمل 8. يفصل القصر بتفليج المبدل
حدوث شرارة أثناء الدوران	1. عدم تلامس مضبوط بين المبدل والفرش 2. اتساخ المبدل 3. فتح فى الملفات 4. خطأ فى قطبية أقطاب التوحيد 5. قصر فى الملفات 6. قصر مع جسم المحرك 7. عكس توصيل طرفى الاستنتاج 8. عدم وجود الفرش فى الوضع السليم 9. وجود قضبان عالية أو منخفضة 10. خطأ في ترحيل الأطراف	1. ضبط التلامس 2. ينظف جيدا بحرص 3. بدل الملفات 4. مراجعة التوصيل وإعادته للتوصيل الصحيح 5. بدل الملفات 6. يفصل القصر وإذا تعذر تبدل الملفات 7. ضبط التوصيل 8. ضبط وضع الفرش 9. ضبط الوضع الوضع السليم 10. التوصيل الصحيح
الآلة تدور وتصدر ضجيج عالي	1. تآكل الكراسي 2. وجود قضبان عالية ومنخفضة 3. خشونة سطح المبدل	1. بدل الكراسي 2. ضبط الوضع السليم 3. ينظف بحرص ، ويجلخ ثم يعاد تفليجه
الآلة تدور ببطء	1. قصر ملفات الاستنتاج 2. قصر فى المبدل 3. تآكل الكراسي 4. فتح فى ملفات الاستنتاج 5. الفرش ليست فى الوضع السليم 6. زيادة الحمل 7. خطأ فى قيمة جهد المنبع	1. بدل الملفات 2. يزال القصر بالتفليج 3. بدل الكراسي 4. بدل الملفات 5. ضبط وضع الفرش 6. قلل الحمل أو أعد ضبط شد السيور إن وجدت 7. التحري عن سبب خطأ الجهد وإصلاحه
زيادة سخونة الآلة أثناء الدوران	1. زيادة الحمل 2. الكراسي محكمة 3. قصر فى الملفات 4. زيادة ضغط الفرش أكثر من اللازم	1. قلل الحمل أو ضبط شد السيور إن وجدت 2. إختيار كراسي مناسبة 3. بدل الملفات 4. ضبط وضع الفرش

ثانيا : بعض الأعطال وأسبابها وطرق إصلاحها للمحرك ذو الوجه المشطور

العطل	السبب	الإصلاح
المحرك يعجز عن الحركة عند بدء التشغيل	1 - ملفات التشغيل مفتوحة 2 - ملفات البدء مفتوحة 3- تماس أرضي بالملفات 4 - الملفات محترقة أو أن بها قصر 5 - زيادة كبيرة فوق الحمل 6 - الكراسي متآكلة 7 - الغطاءان الجانبيان غير مثبتان بطريقة جيدة	1 ، 2 - يتم الكشف بواسطة جهاز الافوميتر بالنسبة للملفات المفتوحة وإعادة توصيلها . 3 - يتم إعادة العزل أو إعادة اللف 4 - إعادة اللف 5 - تقليل الحمل 6- تغيير الكراسي 7 - يعاد تثبيت الغطاءان
المحرك يدور أبطأ من السرعة المعتادة	1- قصر في دائرة ملفات التشغيل 2- بقاء ملفات البدء في الدائرة بسبب بقاء مفتاح الطرد المركزي بالدائرة 3- أقطاب ملفات التشغيل معكوسة 4- الكراسي متآكلة 5- تفكك في قضبان العضو الدائر 6- تلف المكثف (إذا كان المحرك مزود به)	1- يعاد لف الملف المقصور إن أمكن أو الملفات كلها 2- يتم إصلاح مفتاح الطرد المركزي أو إستبداله بآخر 3- - إعادة فحص التوصيلات 4- - تغيير الكراسي 5- - يتم تحديدها وإعادة لحامها بالحلقات الجانبية 6 - يتم تغييره
ازدياد سخونة المحرك وهو دائر	1- قصر في دائرة ملفات التشغيل أو ملفات البدء 2- تماس أرضي بالملفات 3- قصر بين ملفات البدء وملفات التشغيل 4- كراسي متآكلة 5 - تعدي الحمل	1 - إعادة اللف 2 - يتم إعادة العزل أو إعادة اللف 3 - يتم تحديد مكان القصر ويتم وضع قطعة ورق برسبان بين الملفات 4 - تغيير الكراسي 5 - يتم تخفيض الحمل
المحـــرك يـــدور مصحوبا بضجة	1 - قصر في الملفات 2 - التوصيل الخاطئ بين الأقطاب 3 - تفكك في قضبان العضو الدائر 4 - كراسي متآكلة 5 - مفتاح الطرد المركزي مفكوك أو متآكل 6 - زيادة كبيرة في الحركة المحورية	1 - إعادة اللف 2 - إعادة التوصيل ويصحح الخطأ 3 - يتم تحديدها وإعادة لحامها بالحلقات الجانبية 4 - تغيير الكراسي 5 - يتم إعادة ربطه أو تغييره 6 - توضع (ورد) من الفبر على عمود العضو الدائر
تصاعد الدخان من المحرك حين دورانه	1- ملفات مقصورة 2- عيب في مفتاح الطرد المركزي يمنعه من فتح دائرة ملفات البدء 3- خلل بالكراسي 4- تعدي الحمل	1 - إعادة اللف 2 - يتم إصلاحه أو تغييره 3 - تغيير الكراسي 4 - يتم تخفيض الحمل

الباب الثالث

معدات التحكم والوقاية فى دوائر محركات التيار المتغير

(تدريبات عملية)

تنفيذ تمارين الغرض منها إكساب الطالب المهارات الأساسية فى توصيل دوائر التحكم والقوى والحماية فى دوائر المحركات الكهربية وجه واحد وثلاثة أوجه :

1- باستخدام المفاتيح اليدوية (تشغيل وإيقاف – عكس حركة – النجمة / دلتا – سرعتين)

2- باستخدام مفاتيح التلامس (الكونتاكتور) – (الأوفرلود) – المؤقت الزمنى (التايمر) – الضاغط اللحظى (بوش بوتن)

(دائرة تشغيل لحظى – التشغيل المتواصل – تشغيل وإيقاف من عدة أماكن – عكس إتجاه الدوران – دوائر تشغيل المحركات ذات السرعتين المتناصفتين (دالاندر) وغير المتناصفتين بالإيعاقة المتبادلة – بدء وتشغيل محرك بطريقة النجمة دلتا (بدون تايمر وبالتايمر) مع توصيل الأوفرلود مع جميع الدوائر – توصيل لمبات إشارة مع دوائر التحكم لبيان حالت التشغيل المختلفة .

1- تنفيذ تمارين باستخدام المفاتيح اليدوية

التمرين الأول :
توصيل مفتاح تشغيل عادى ثلاثى الأوجه (بدء – إيقاف)

التمرين الثانى :
توصيل مفتاح عكس حركة يدوى ثلاثى الأوجه

التمرين الثالث :
توصيل مفتاح نجمة / دلتا لبدء حركة محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب

التمرين الرابع :
توصيل مفتاح سرعات متناصفة يدوى دالاندر

خطوات تنفيذ التمارين من 1 إلى 4 :

1- يتم تحديد أطراف الدخول والخروج للمفتاح بكل دقة قبل البدء فى توصيل المفتاح .
2- يتم تقشير أطراف الأسلاك بواسطة قشارة السلك بحيث تكون مسافة التقشير مناسبة لعمق المسمار الذى سيتم ربط السلك به بحيث لا يكون هناك زيادة فى أطراف السلك حتى لا يحدث أى قصر فى الدائرة
3- يتم عمل عروة للأسلاك وذلك للمسامير التى تحتاج إلى عروة أثناء الربط ويكون اتجاه العروة فى اتجاه الربط حتى لا تتفكك أثناء الربط
4- يتم تحديد المسامير التى سيتم توصيل أطراف الخرج من المفتاح إليها على روزتة المحرك الثلاثى الأوجه بكل دقة قبل توصيل أطراف الدخول إليها .
5- فى حالة توصيل مفتاح النجمة / دلتا يجب التأكد من عدم وجود أى كبارى توصيل على روزتة المحرك وكذلك يجب أن يكون جهد التشغيل للمحرك هو جهد الدلتا حتى لا يحترق المحرك وكذلك يراعى بدء تشغيل المحرك على وضع النجمة أولا ثم تحريك يد المفتاح على وضع الدلتا بعد وصول المحرك إلى حوالى 75% من سرعته المقننة .

الأدوات والمعدات اللازمة لتنفيذ التمارين من 1 إلى 4 :

1- مفتاح تشغيل عادى ثلاثى الأوجه — تمرين 1
2- مفتاح تشغيل ثلاثى الأوجه أتوماتيك — تمرين 1
3- مفتاح عكس حركة — تمرين 2
4- مفتاح نجمة / دلتا يدوى — تمرين 3
5- مفتاح تشغيل دالاندر / سرعات متناصفة يدوى — تمرين 4
6- زرادية مبططة بيد معزولة
7- قشارة سلك
8- مفك بيد عازلة مناسب
9- أسلاك توصيل
10- شريط لحام
11- مصدر جهد 380 فولت
12- محرك ثلاثى الأوجه قفص سنجاب
13- محرك ثلاثى الأوجه سرعتين
14- أجهزة أميرومترات – جهاز فولتميتر

تمرين (1)

توصيل مفتاح تشغيل عادى ثلاثى الأوجه (بدء – إيقاف) عادى وأتوماتيك

إجراء التمرين :

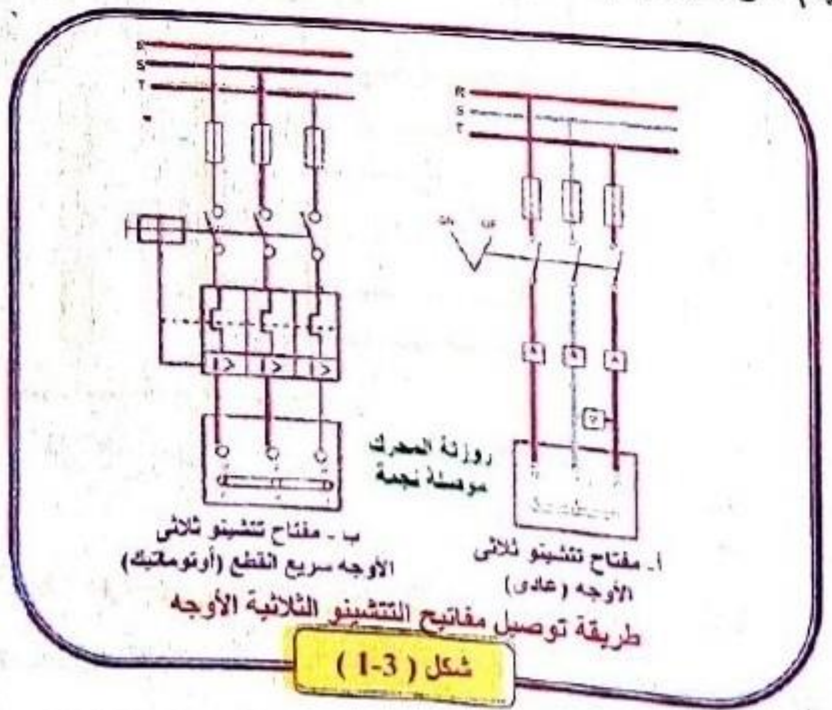
شكل (3-1) يوضح طريقة توصيل مفتاح التتشينو ثلاثى الأوجه لتشغيل محرك تيار متغير استنتاجى قفص سنجاب .

فى شكل (3-1-أ) وصل جهد المنبع إلى مدخل المفتاح ثم وصل خرج المفتاح إلى أجهزة القياس (الأمبيرومترات – الفولتميتر) ثم إلى روزتة المحرك .

ملحوظة : لا يتم التوصيل إلا بعد مراجعة التوصيلات الكهربية مع السيد المدرس

فى شكل (3-1- ب) وصل الجهد إلى مفتاح مزود بحماية حرارية وحماية مغناطيسية ضد زيادة الحمل ثم من خرج المفتاح وصل إلى روزتة المحرك .

ملحوظة : لا يتم التوصيل إلا بعد مراجعة السيد المدرس .



طريقة توصيل مفاتيح التتشينو الثلاثية الأوجه

شكل (3-1)

تمرين (2)

توصيل مفتاح عكس حركة يدوى ثلاثى الأوجه

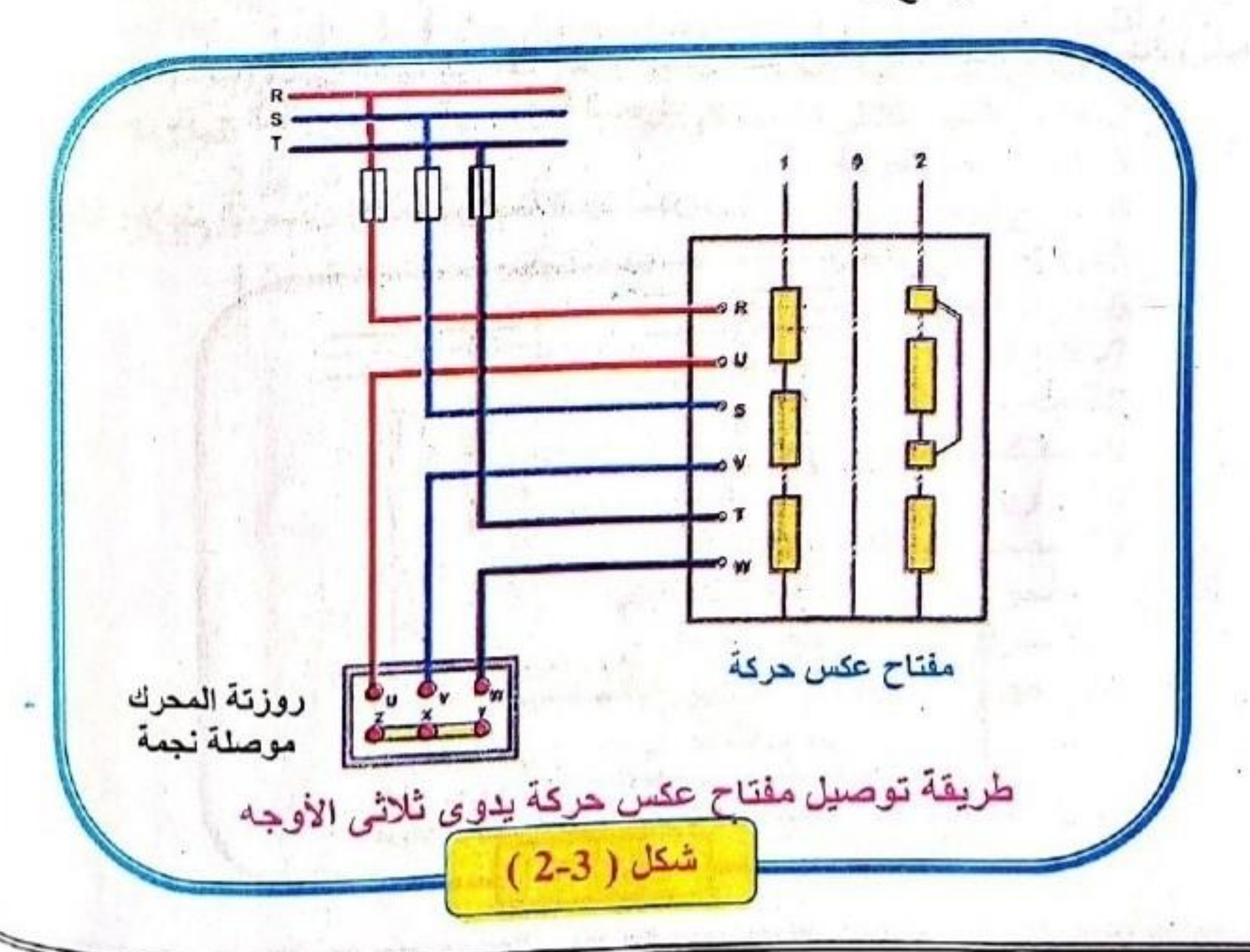
إجراء التمرين :

1- وصل الجهد من المصدر إلى أطراف المفتاح (R , S , T) ثم وصل أطراف المفتاح إلى روزتة المحرك (U , V , W) كما بشكل (3-2) .

2- عند توصيل المفتاح الموضع 1 يصل الطرف R إلى طرف المحرك U والطرف S إلى طرف المحرك V والطرف T إلى طرف المحرك W يدور المحرك فى اتجاه .

3- عند توصيل المفتاح للموضع 2 يصل الطرف R إلى طرف المحرك V والطرف S إلى طرف المحرك U أما الطرف T يصل كما هو لطرف المحرك W .

يلاحظ أنه تم تبديل موضع طرفين فينعكس اتجاه المجال الدوار فتنعكس الحركة ويدور المحرك فى الاتجاه المضاد للوضع 1



طريقة توصيل مفتاح عكس حركة يدوى ثلاثى الأوجه

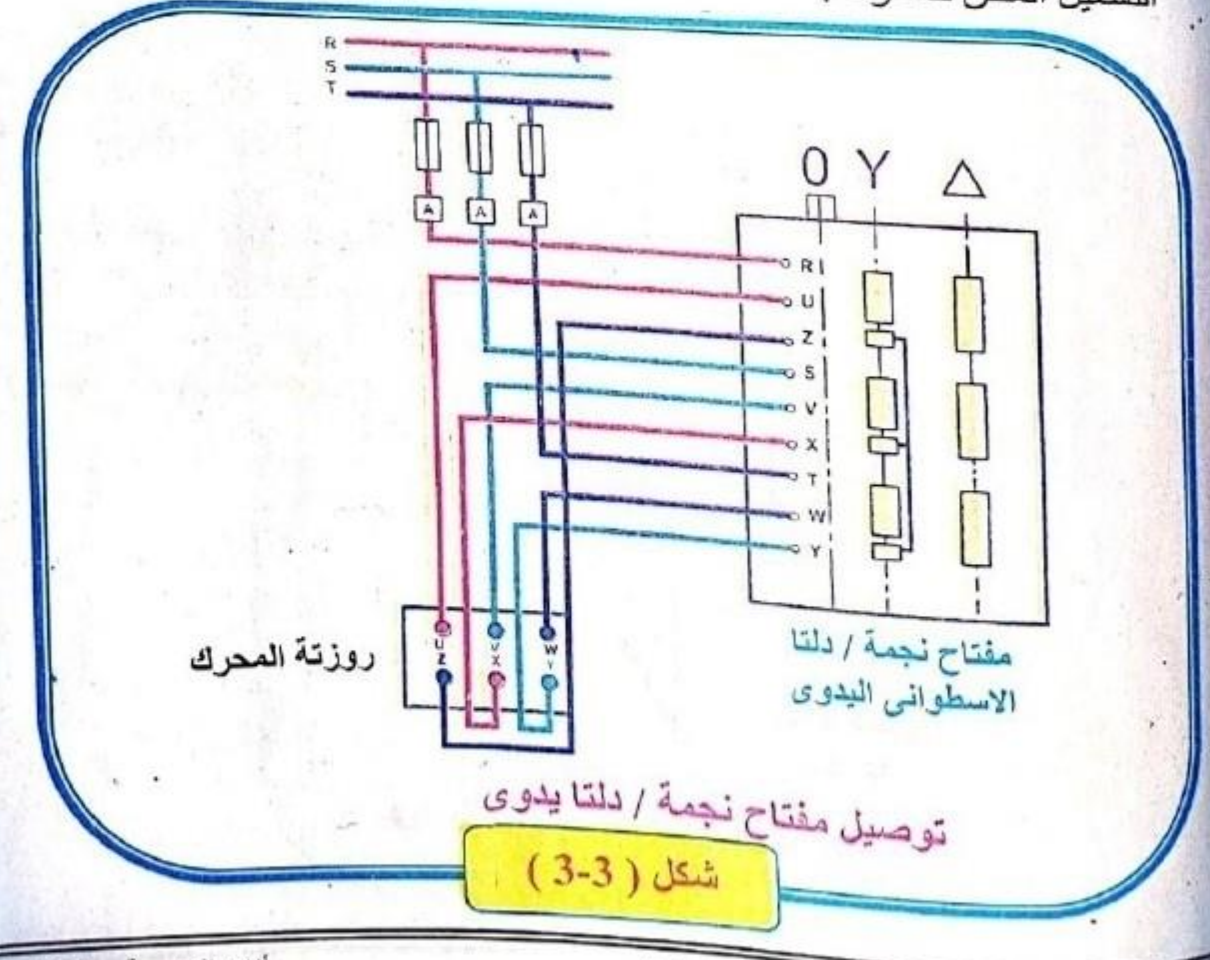
شكل (3-2)

تمرين (3)

توصيل مفتاح نجمة / دلتا لبدء حركة محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب يعمل أساساً بتوصيلة الدلتا

إجراء التمرين :

1- وصل منبع القدرة إلى مفتاح نجمة / دلتا من خلال أجهزة قياس التيار (الأمبيرومترات)
2- أرفع الكبارى النحاسية من روزتة المحرك
3- وصل أطراف مفتاح نجمة / دلتا إلى روزتة المحرك كما فى شكل (3-3) بدقة
4- عند بدء الحركة ضع يد المفتاح على موضع النجمة يدور المحرك بتيار بدء قليل . لاحظ قراءة الأمبيرومترات
5- بعد برهة ضع يد المفتاح على موضع الدلتا يدور المحرك بسرعته المقننة وتيار التشغيل المقنن للمحرك .



توصيل مفتاح نجمة / دلتا يدوى

شكل (3-3)

تمرين (4)

توصيل مفتاح سرعات متناصفة يدوى دلاندر لتشغيل المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه بسرعتين متناصفتين

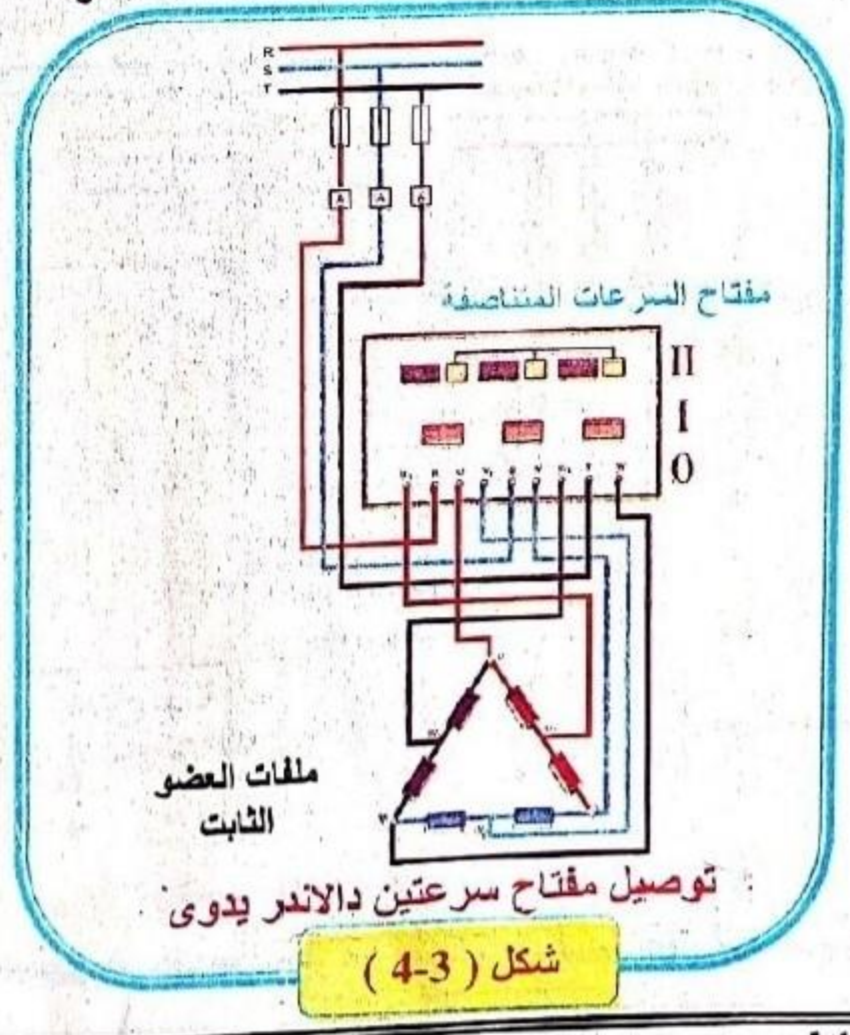
إجراء التمرين :

1- وصل منبع القدرة الكهربية إلى مفتاح السرعات المتناصفة من خلال أجهزة قياس التيار.

2- وصل بدايات الأوجه (U , V , W) إلى المفتاح كما بشكل (3-4) وكذلك وصل منتصفات الأوجه (U_1 , V_1 , W_1) إلى المفتاح كما بشكل (3-4)

3- عند توصيل المفتاح على الموضع I يصل جهد المنبع إلى بدايات الأوجه يدور المحرك بكل عدد أقطابه بالسرعة المنخفضة

4- عند توصيل المفتاح على الموضع II يصل جهد المنبع إلى منتصف ملفات الأوجه مع عمل قصر على بدايات الأوجه يدور المحرك بنصف عدد أقطابه وضعف السرعة .



توصيل مفتاح سرعتين دالاندر يدوى

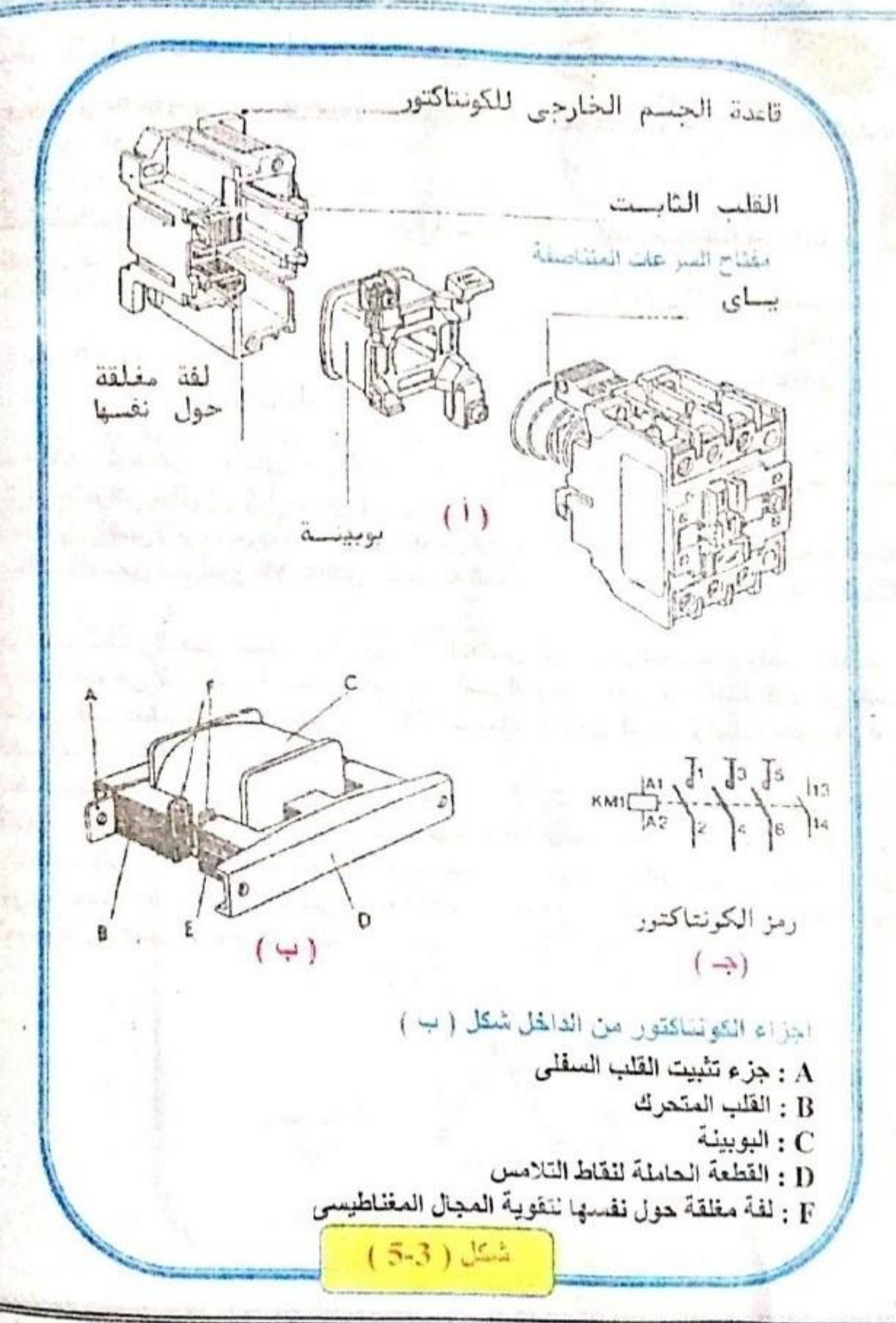
شكل (3-4)

دوائر التحكم باستخدام مفاتيح التلامس :

تستخدم دوائر التحكم الآلى فى الماكينات للتحكم فى تشغيل محرك أو أكثر فى الاتجاه والوقت المطلوب . وبالحماية الكافية .
ومن أهم الخامات التى تستعمل فى تركيب أبسط الدوائر هى :
مفتاح التلامس – القاطع الحرارى – مفاتيح الأيقاف والتشغيل – مفاتيح مراقبة الضغط – مفاتيح مراقبة السوائل .... وغيرها

1- مفتاح التلامس (Contactor) :

أسمه الشائع كونتاكتور . ويتكون من قلبين من شرائح معدنية ذات سبيكة خاصة . واحد ثابت والآخر متحرك . شكل (3-5-أ ،ب،جـ) .
يوجد حول القلب الثابت ملف سلك معزول ملفوف فوق بكرة من البلاستيك أو الفبر بعدد لفات وسمك سلك معين تبعاً لفرق الجهد الذى سيعمل به الملف .ويعرف هذا الملف بالبوبينة (Coil) .
أما القلب المتحرك فهو يحمل عددا من نقاط التلامس الرئيسية والمساعدة . ونقاط التلامس الرئيسية هذه هى التى تصل أو تفصل التيار عن المحرك وعادة تكون هذه النقاط أقوى من نقاط التلامس المساعدة لتتحمل شدة تيار المحرك المستعمل . وتكون النقاط الرئيسية مفتوحة . أما النقاط المساعدة فمنها المفتوح ومنها المغلق .
وعندما يصل التيار إلى البوبينة عن طريق دائرة التحكم يحدث مجالا مغناطيسيا يجذب القلب المتحرك الحامل لنقاط التلامس تجاه القلب الثابت. فيتغير وضع جميع نقاط التلامس الرئيسية والمساعدة فتصير النقاط المفتوحة مغلقة والمغلقة مفتوحة وتظل هكذا حتى ينقطع التيار عن البوبينة فيعود القلب المتحرك إلى وضعه الطبيعى مندفعا إلى أعلى بقوة السوستة (الياى) الموجودة بين القلبين فتعود جميع نقاط التلامس إلى وضعها الأصلى .



اجزاء الكونتاكتور من الداخل شكل (ب)

A : جزء تثبيت القلب السفلى
B : القلب المتحرك
C : البوبينة
D : القطعة الحاملة لنقاط التلامس
F : لفة مغلقة حول نفسها لتقوية المجال المغناطيسى

شكل (3-5)

كيفية معرفة وتحديد أطراف الكونتاكتور :

قبل توصيل أى كونتاكتور يجب تحديد نقاط التلامس الرئيسية ونقاط التلامس المساعدة المفتوحة والمغلقة وطرفى البوبينة .

أولاً : بالنسبة لتحديد نقاط التلامس الرئيسية (main contacts):

فى بعض الكونتاكتورات يكون وضع نقاط التلامس الرئيسية فى مستوى واحد ونقاط التلامس المساعدة على الجانبين فى مستوى آخر . وفى هذه الحالة يمكن تحديد النقاط الرئيسية بسهولة .
وفى بعض أنواع أخرى توجد ثلاث نقاط رئيسية ونقطة مساعدة واحدة مفتوحة فى مستوى واحد . وفى الكونتاكتورات الصغيرة تكون مسامير ربط أطراف التوصيل للنقاط الرئيسية والنقطة المساعدة غير مميزة . ولذلك يكتب على نقاط التلامس الرئيسية (R-S-T) أو (1-2-3) أو (L_1-L_2-L_3) ونقاط التلامس المساعدة يضع لها رقما آخر مثل (14-13) .
وفى حالة وجود أكثر من نقطة تلامس مساعدة يجب تحديد النقاط المفتوحة والنقاط المغلقة وذلك بواسطة الأوmميتر وتأكد من عدم وجود تيار بالكونتاكتور وضع طرفى الأوmميتر على النقاط المراد معرفتها فإذا تحرك مؤشر الأوmميتر وضغط فوق الكونتاكتور وعاد المؤشر مكانه فمعنى ذلك أن هذه نقطة تلامس مغلقة .والعكس فى حالة النقطة المفتوحة فعند وضع طرفى الأوmميتر لا يتحرك مؤشره وبالضغط على الكونتاكتور يتحرك مؤشر الأوmميتر .

ملحوظة :

توجد بعض أنواع الكونتاكتورات تحمل عددا معين من نقاط التلامس المساعدة المفتوحة والمغلقة ولا يمكن تركيب عددا آخر من نقاط التلامس على نفس الكونتاكتور.
وتوجد أنواع أخرى كثيرة لها فى الغالب نقطة تلامس مساعدة واحدة مفتوحة . ولكن يمكن تركيب عدد آخر من نقاط التلامس المساعدة على نفس الكونتاكتور وتباع على حدى تبعا للمطلوب من دائرة التحكم ومن الممكن أيضا تركيب بعض أجزاء أخرى على نفس الكونتاكتور كالتيمر مثلاً وذلك يساعد كثيراً فى تصغير حجم اللوحة وسهولة تركيب أجزائها .

ملحوظة :

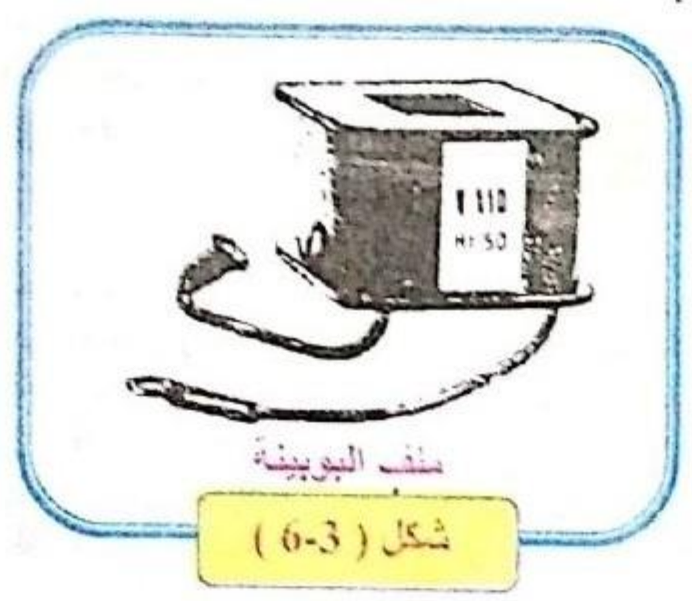
فى حالة قيامك بتحديد اى نقطة تلامس داخل الكونتاكتور بواسطة الأوmميتر يجب أن تتأكد من عدم وجود تيار أو أطراف موصلة بالنقطة المراد تحديدها .
يقال على نقطة التلامس مفتوحة أو مغلقة فى حالة وضعها الطبيعى أى فى حالة عدم وجود تيار بالبوبينة .

أما بالنسبة لتحديد طرفى البوبينة فمن الممكن تحديدها بمجرد النظر إلى مكانهم فطرفا البوبينة عادة يكون وضعهم فى مستوى أقل انخفاضا من نقاط التلامس. وعادة يرمز لهم (A_1 , A_2) أو (A , B) .

وفى بعض أنواع الكونتاكتورات يوجد طرفان البوبينة متجاوران فى جهة واحدة من الكونتاكتور .

وفى أنواع أخرى يوجد طرف فى جهة والطرف الثانى فى الجهة الأخرى .
وعند اختبار البوبينة بالأوميتر يتحرك المؤشر .
وكلما زاد فرق الجهد الذى تعمل به هذه البوبينة كلما زادت قيمة المقاومة .

قيم الجهد المختلفة التى تعمل عليها البوبينات: شكل (3-6)
(24 – 42 – 48 – 110 – 120 – 127 – 220 – 240 – 380 – 415 – 440 – 500 – 600 – 1000) فولت .



منف البوبينة

شكل (3-6)

وتوجد بعض أنواع وأحجام كثيرة لمفاتيح التلامس :
وعند شراء أو تغيير مفتاح تلامس يجب معرفة ثلاث أشياء أساسية :
1- شدة تيار أو قدرة المحرك الذى سيعمل بهذا الكونتاكتور
2- فرق الجهد الذى تعمل به دائرة التحكم الموجود بها هذا الكونتاكتور
3- عدد نقاط التلامس المساعدة المفتوحة والمغلقة .

ان أى كونتاكتور تصنع نقاط تلامسه الرئيسية لتتحمل شدة تيار معينة فاذا أتصل بهذه النقاط محرك شدة تياره أعلى من أن تتحمله نقاط التلامس سيؤدى ذلك إلى زيادة حجم الشرارة المتولدة نتيجة توصيل وقطع التيار عن المحرك . وبالتالى إلى اتلاف هذه النقاط سريعاً .

ومن المعروف أن محركات الثلاث أوجه من الممكن تشغيلها على أكثر من جهد مثلاً 220 / 380 فولت أو 380 / 660 فولت . وكلما زاد فرق الجهد الذى سيعمل عليه المحرك يقل شدة تياره والعكس فمثلاً كونتاكتور تيليمكانيك DO9 الفرنسى الصنع تتحمل نقاط تلامسه الرئيسية شدة تيار قدرها 9 أمبير وستجد مكتوبا على هذا الكونتاكتور الجدول الآتى :

V	KW	HP
220	2.2	3
280	4	5.5
415	4	5.5
500	5.5	7.5
600	5.5	7.5

ومعنى هذا الجدول أنه اذا كان المحرك سيعمل على جهد قدره 220 فولت فيمكن وضع محرك حتى 2.2 كيلووات . واذا كان المحرك سيعمل على 380 فولت فمن الممكن وضع محرك قدره 4 كيلووات وهكذا .

وفى جميع الحالات ستجد أن تيار المحرك لا يتعدى 9 أمبير .

2- قاطع حرارى (Over Load) :

وأسمه الشائع أوفرلود ويستخدم لحماية المحرك فى حالة ارتفاع شدة تياره أعلى من الطبيعى شكل (3-7) .

وهو عبارة عن ملفات حرارية تتصل بالتوالى مع المحرك ويضبط تدريج القاطع الحرارى على قيمة شدة تيار المحرك وهو يعمل بالحمل الكامل .

فاذا حدث ارتفاع فى شدة تيار المحرك لأى سبب داخلى أو خارجى ترتفع درجة حرارة الملف الحرارى فيؤدى تمدده إلى تحريك جزء من الفبر فيفصل نقطة تلامس مغلقة داخل القاطع وتتصل هذه النقطة بالتوالى مع بوبينة الكونتاكتور . فيقطع التيار عنها وتعود نقاط التلامس الرئيسية (المتصلة بالتوالى مع المحرك) إلى وضعها الطبيعى (مفتوحة) فينقطع التيار عن المحرك.

وبعد معرفة سبب أرتفاع قيمة تيار المحرك وإصلاحه يضغط على نقطة تلامس القاطع (بواسطة ذراع خاص بذلك) ويعمل المحرك مرة أخرى .

1 3 5 97 95
2 4 6 98 96

رمز القاطع الحرارى

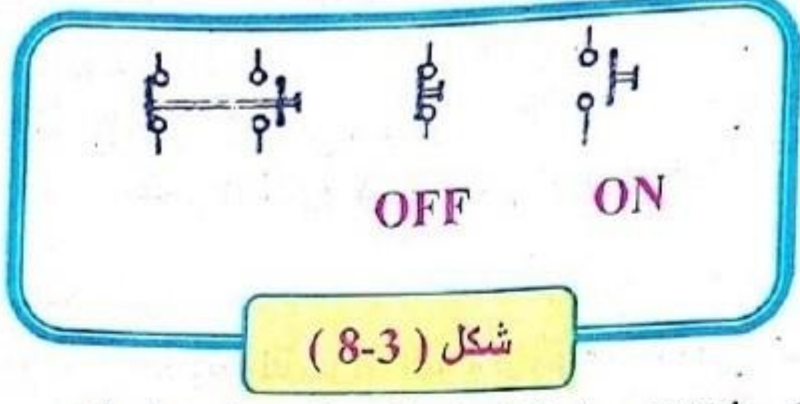
شكل (3-7)

عند شراء أوفرلود يجب معرفة قيمة تيار المحرك . ولكل أوفرلود تدريج للأمبير يبدأ بقيمة معينة وينتهي بقيمة أخرى ويجب أن تكون قيمة تيار المحرك المستعمل موجودة بين أقل وأكبر قيمة لتدريج الأوفرلود والجدولان المرفقان لشركة تليمكانيك يحتويان على قيم تيار كل أوفرلود من 0.1 وحتى 80 أمبير .

220 v	380 v	415 v	440 v	500 v	660 v	
KW	KW	KW	KW	KW	KW	A
						0.1-0.16
						0.16-0.25
						0.25-0.40
						0.40-0.63
				0.37	0.37	0.63-1
	0.37		0.55	0.75	0.55	1-1.6
0.37	0.75	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6-2.5
0.75	1.5	1.5	1.5	2.2	1.5	2.5-4
1.1	2.2	2.2	2.2	3	3	4-6
1.5	3	3.7	3.7	4	4	5.5-8
2.2	4	4	4	5.5	7.5	7-10

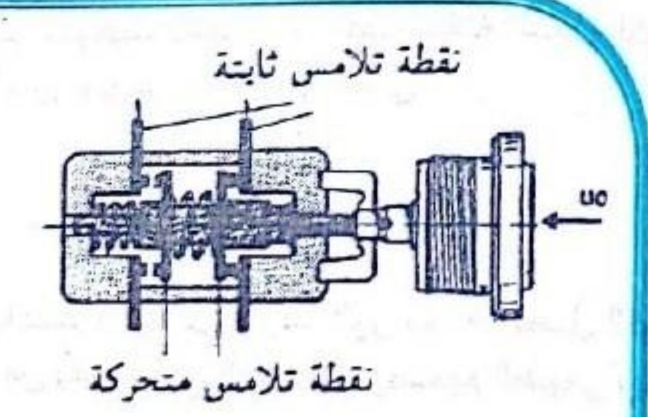
220 v	380 v	415 v	440 v	500 v	600 v	
KW	KW	KW	KW	KW	KW	A
3	5.5	5.5	5.5	7.5	10	10-13
4	7.5	9	9	10	15	13-18
5.5	11	11	11	15	18.5	18-25
7.5	15	15	15	18.5		23-32
	15	15		18.5		28-40
7.5	15	15	15	18.5	22	23-32
10	18.5	22	22	22	30	30-40
11	22	25	25	30	37	38-50
15	25	30	30	37	45	48-57
18.5	30	37	37	45	55	57-66
22	37	45	45	55	63	63-80

3- مفاتيح الإيقاف والتشغيل (Push Buttons)

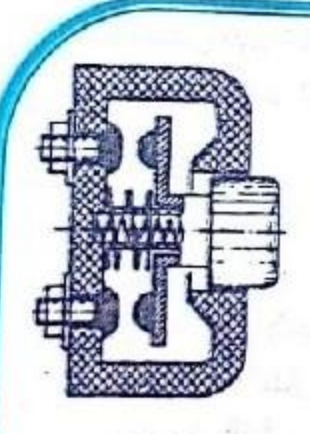


شكل (3-8)

مفتاح تشغيل ON وظيفته توصيل التيار إلى البوبينة عند الضغط عليه .
مفتاح إقاف OFF وظيفته فصل التيار عن البوبينة عند الضغط عليه .
وتوجد بعض الأنواع تؤدى الوظيفتان فمن الممكن استخدام نفس المفتاح كتشغيل أو إيقاف أو مجوز أى بالضغط عليه يفصل التيار عن البوبينة ويصله لأخرى فى نفس اللحظة .
وهذه المفاتيح يتغير وضعها لحظة الضغط عليها فقط ثم تعود إلى وضعها الأصلى سواء كان للتشغيل أو الإيقاف شكل (3-9 – أ ،ب)



(أ)
مفتاح له نقطتا تلامس واحدة مغلقة والأخرى مفتوحة ومن الممكن استخدامه كمفتاح أيقاف أو مفتاح تشغيل أو الأثنين معاً



(ب)
مفتاح له نقطة واحدة مفتوحة ومن الممكن استخدامه وهذا النوع لا يمكن استخدامه إلا كمفتاح تشغيل فقط

شكل (3-9)

مفاتيح التوقيت الزمنى (Timers)

يسمى بالتيمر ويستخدم لتوصيل التيار إلى بوبينة ما أو فصله عنها أتوماتيكيا بعد زمن معين يضبط عليه تدريج التيمر .
وتوجد منه أنواع كثيرة . الشائع منها :
التيمر الهوائى – التيمر الالكترونى – التيمر ذو المحرك

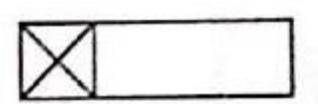
أ- التيمر الهوائى :

عبارة عن قطعة من الكاوتشوك مفرغة الهواء يوجد بنهايتها فتحة صغيرة يتحكم فى فتحها أو غلقها بنسب دقيقة جدا بلف ، ويركب هذا التيمر فوق الكونتاكتور وعند تشغيل الكونتاكتور يجذب ذراع متصل بقطعة الكاوتشوك فتنطبق . وتبعا لقيمة الفتحة التى يتحكم فيها البلف تمتلئ قطعة الكاوتشوك بالهواء فترتفع ويتغير وضع نقاط تلامس التيمر فى الوقت المحدد .
وكلما زادت قيمة الفتحة تمتلئ قطعة الكاوتشوك بالهواء فى وقت قصير والعكس عندما تقل قيمة الفتحة .

ملحوظة :

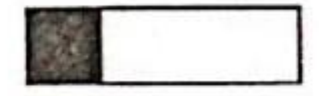
بعض تيمرات هذا النوع يبدأ العد التنازلى للتوقيت المضبوط عليها لحظة تشغيل الكونتاكتور وبعد انتهاء الزمن يتغير وضع نقاط التلامس .ويرمز لها بالرمز التالى

ON Delay

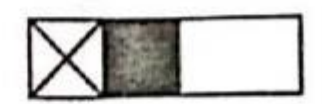


والبعض الأخر يتغير وضع نقاط تلامسها بمجرد تشغيل الكونتاكتور ثم بعد فصل الكونتاكتور يبدأ العد التنازلى للتوقيت وبعد انتهاء الزمن يعود وضع النقاط إلى وضعهم الطبيعى ويرمز لها بالرمز التالى

OFF Delay



وتوجد أيضا تيمرات تؤدى الغرضان معا ويرمز لها بالرمز التالى



2- التيمر الالكتروني :

وهو عبارة عن دائرة مكونة من بعض المقاومات والترانزستورات وأجزاء اليكترونية أخرى وهذا النوع يبدأ العد التنازلي للتوقيت المضبوط عليه لحظة توصيله بالتيار وبعد انتهاء الزمن يغير وضع نقاط تلامسه وتظل النقاط في الوضع الجديد حتى ينقطع عنه التيار فتعود النقاط إلى وضعها الطبيعي .

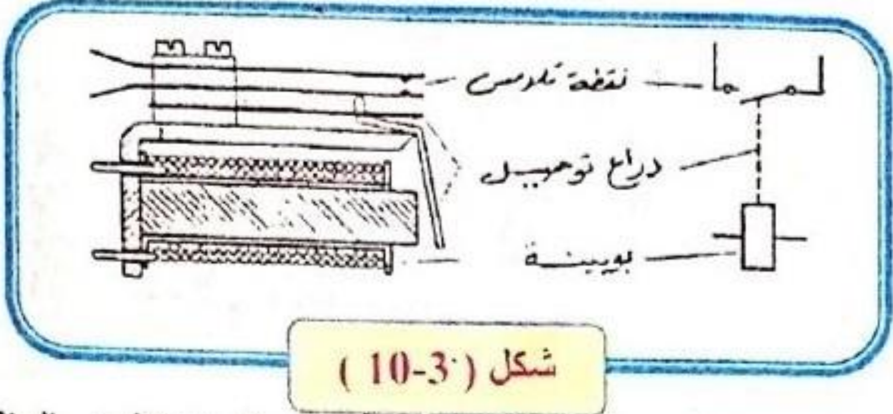
3- التيمر ذو المحرك :

وهذا النوع يحتوى على محرك صغير يحرك عددا من التروس حتى تأتي نقطة بارزة تغير وضع النقاط وهذا النوع أيضا يبدأ العد التنازلي للتوقيت المضبوط عليه لحظة توصيله بالتيار وبعد أنتهاء الزمن يغير وضع نقاط تلامسه وتظل النقاط في الوضع الجديد حتى ينقطع عنه التيار فتعود نقاط تلامسه إلى وضعها الطبيعي .

مبادئ تمهيدية : (الريلى يسمى متمم أو يسمى مرحل)

الريلى ذو نقطة تلامس واحدة :

- فى حالة عدم وجود تيار بالملف يظل الذراع بعيداً عن البوبينة ونقطة التلامس تكون مفتوحة شكل (3-10)



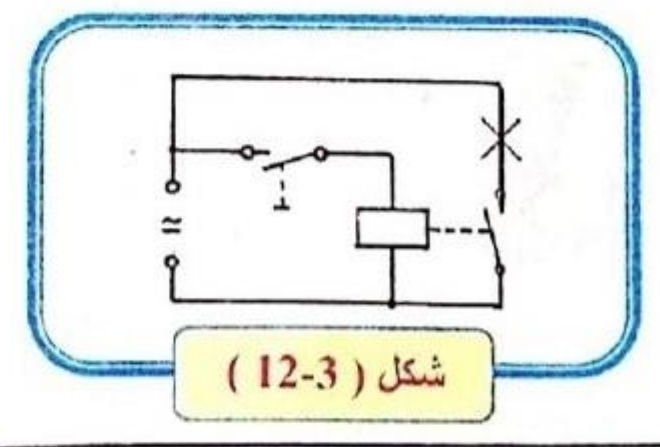
شكل (3-10)

- عند مرور التيار فى الملف يتولد مجالاً مغناطيسياً يجذب الذراع (الجزء السفلى) فيرتفع الجزء الآخر إلى أعلى ويضغط على نقطة التلامس فتصبح مغلقة شكل (3-11) .



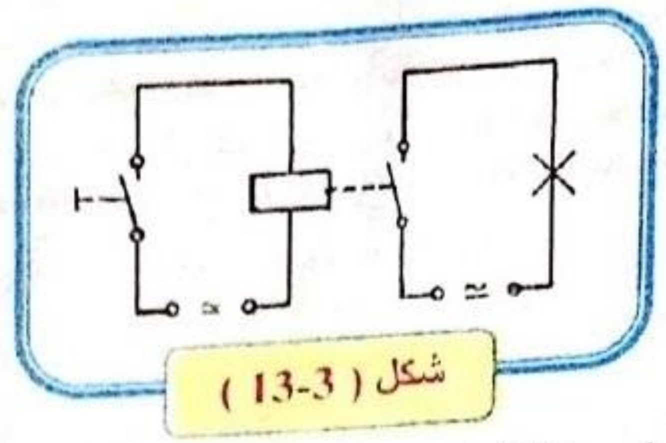
شكل (3-11)

- فى بعض الدوائر يكون فرق الجهد الذى تعمل عليه البوبينة هو نفس فرق الجهد الذى يعمل عليه الحمل وبالتالى يتصل كلا من البوبينة والحمل بنفس مصدر التيار شكل (3-12) .



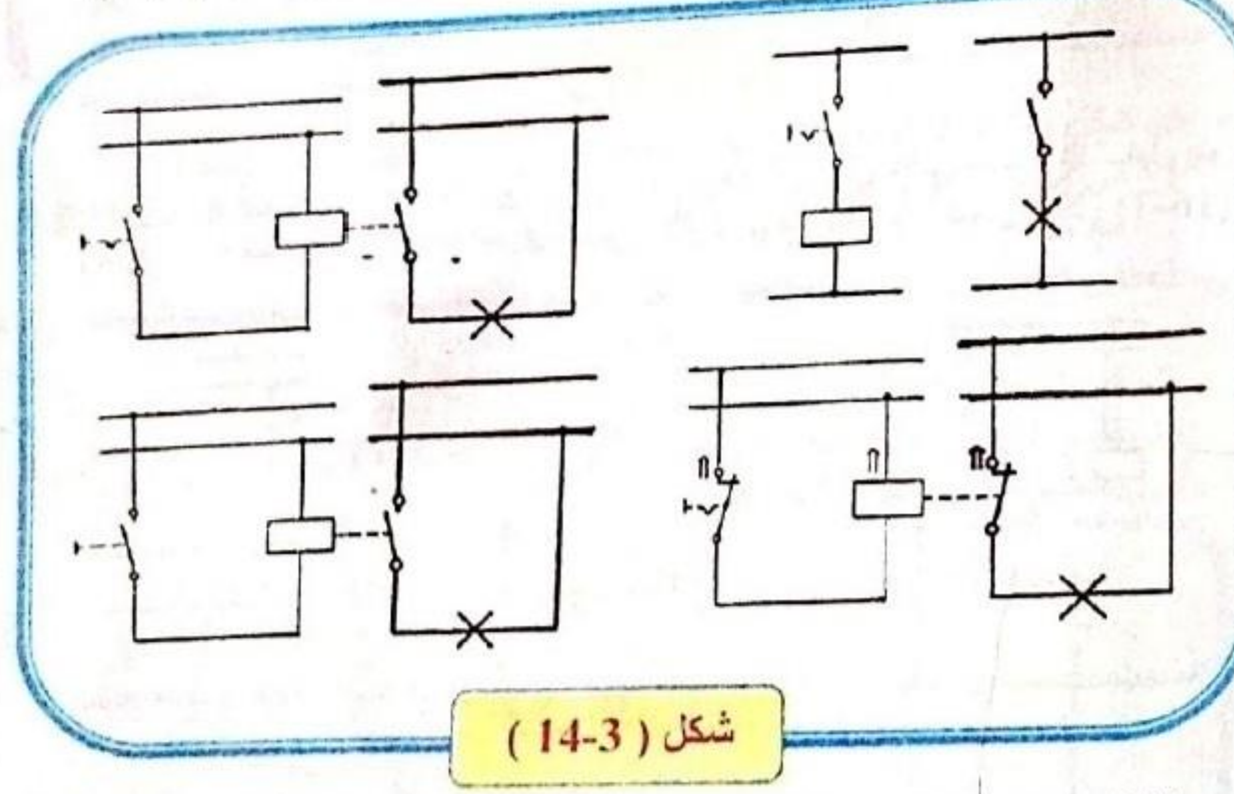
شكل (3-12)

- وفى دوائر أخرى يكون فرق الجهد الذى تعمل عليه البوبينة أقل من فرق الجهد الذى يعمل عليه الحمل وبالتالى تتصل البوبينة بمصدر تيار وتتصل دائرة الحمل بمصدر تيار آخر شكل (3-13)



شكل (3-13)

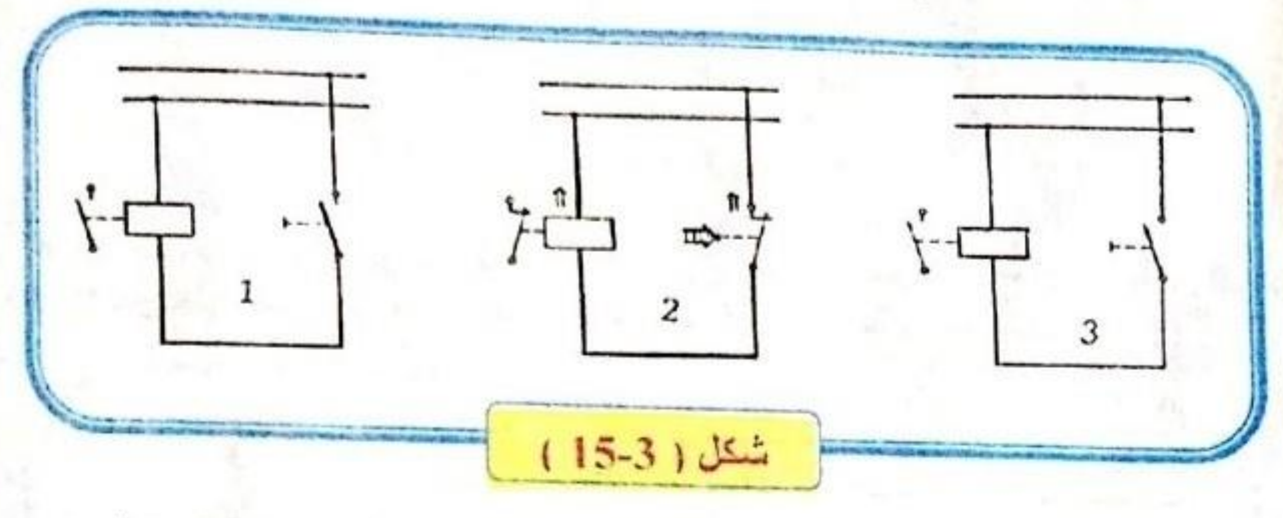
- اذا كان سيتم تشغيل بوبينة الريلى عن طريق مفتاح عادى كمفتاح الإضاءة أى أنه اذا أغلق يظل مغلق وإذا فصل يظل مفصولاً فسيكون التوصيل عادياً شكل (3-14)



شكل (3-14)

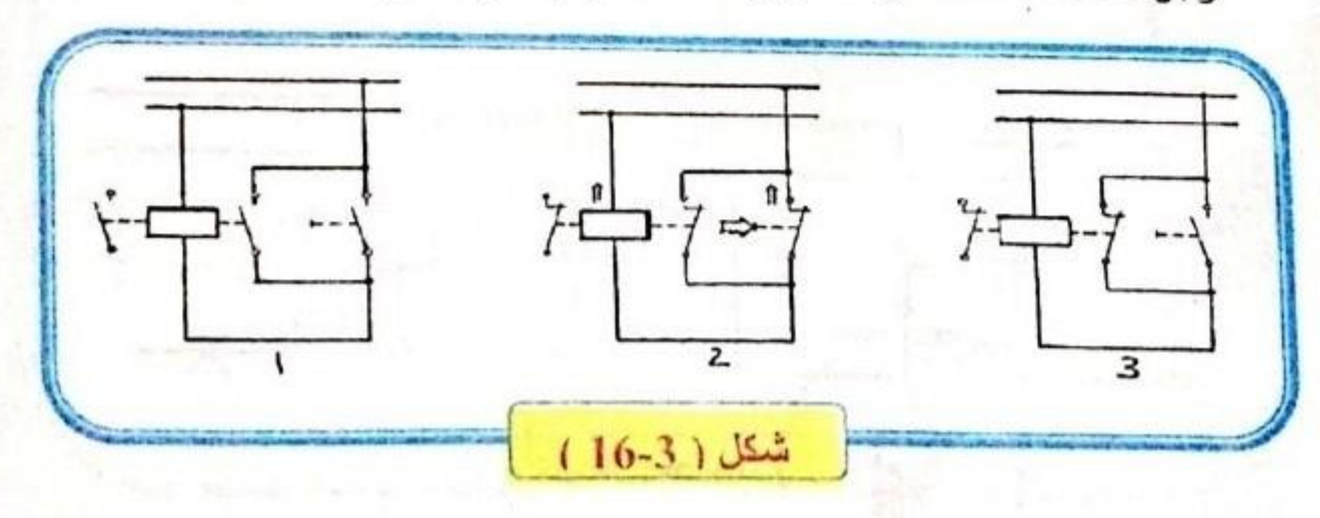
- اذا كان سيتم تشغيل بوبينة الريلى عن طريق مفتاح تشغيل فذلك يعنى أنه بالضغط على هذا المفتاح سيمر تيار فى البوبينة وعند ترك المفتاح يعود مفتوحا فينقطع التيار عن البوبينة .

- فى شكل (3-15) نلاحظ أن :
1- فى الرسم رقم 1 قبل الضغط على مفتاح التشغيل لا يمر تيار بالبوبينة والنقطة المساعدة مفتوحة .
2- فى الرسم رقم 2 لحظة الضغط على مفتاح التشغيل يمر تيار بالبوبينة والنقطة المساعدة مغلقة
3- فى الرسم رقم 3 عند رفع اليد من على مفتاح التشغيل يعود كما كان فى الرسم رقم 1 أى أنه سينقطع التيار عن البوبينة والنقطة المساعدة ستفتح .



شكل (3-15)

- عندما نريد أن يظل التيار بالبوبينة حتى بعد رفع اليد من على مفتاح التشغيل يتوجب وجود نقطة مساعدة مفتوحة أخرى تتصل بالتوازى مع مفتاح التشغيل شكل (3-16) .



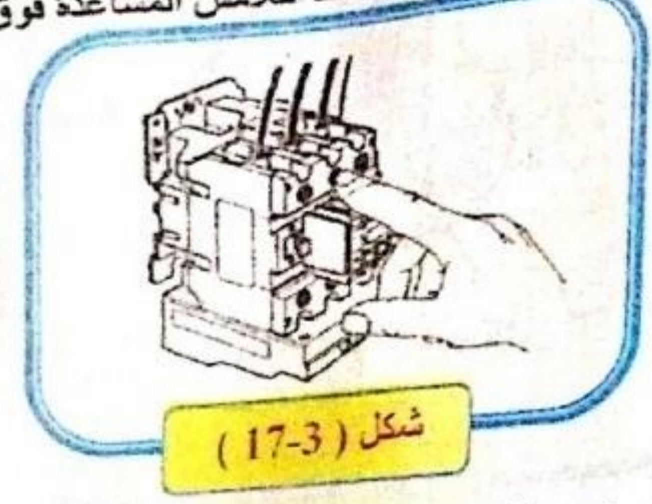
شكل (3-16)

- فى شكل (3-16) نلاحظ أن :
1- فى الرسم رقم 1 قبل الضغط على مفتاح التشغيل لا يمر تيار بالبوبينة والنقط المساعدة مفتوحة

2- فى الرسم رقم 2 لحظة الضغط على مفتاح التشغيل يمر تيار بالبوبينة والنقطة المساعدة مغلقة

3- فى الرسم رقم 3 بعد رفع اليد من على مفتاح التشغيل يعود مفتوحا ولكن لا ينقطع التيار عن البوبينة حيث أنه يمر اليها من خلال النقطة المساعدة المتصلة بالتوازى مع مفتاح التشغيل وفى هذه الحالة سيظل التيار بالبوبينة لا يمكن فصله إلا عن طريق قطع مصدر التيار.

- فى شكل (3-17) توضيح كيفية تركيب نقاط التلامس المساعدة فوق الكونتاكتور



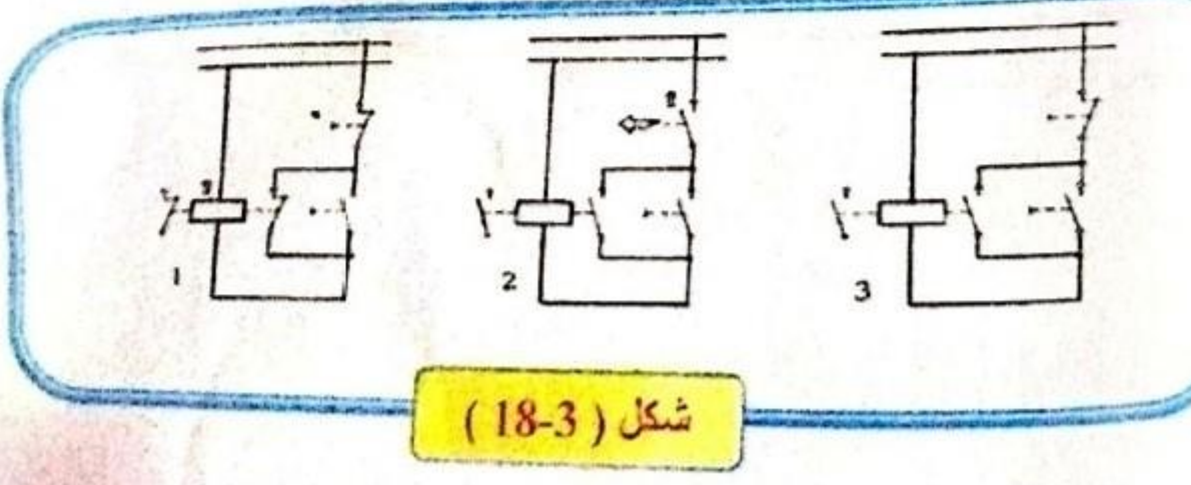
شكل (3-17)

- فى شكل (3-18) وضع مفتاح إيقاف بالتوالى مع مفتاح التشغيل ونلاحظ أن :

1- فى الرسم رقم 1 التيار يمر بالبوبينة عن طريق النقطة المساعدة المتصلة بالتوازى مع مفتاح التشغيل والنقط المساعدة مغلقة

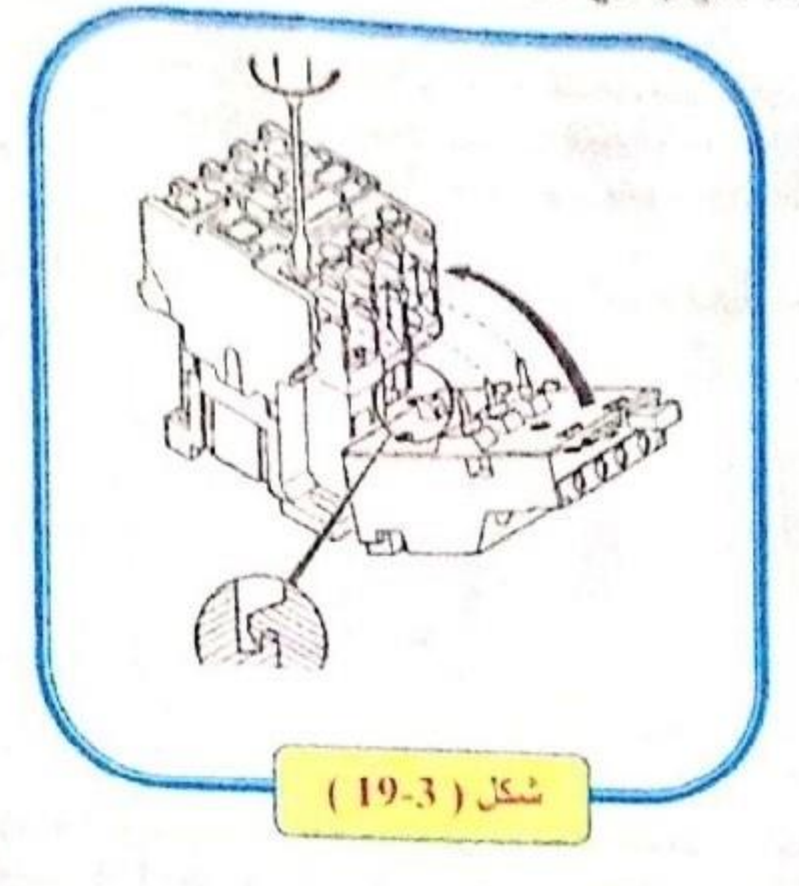
2- فى الرسم رقم 2 لحظة الضغط على مفتاح الإيقاف ينقطع التيار عن البوبينة والنقط المساعدة تفتح

3- فى الرسم رقم 3 بعد رفع اليد من على مفتاح الإيقاف يعود مغلقا ولكن لا يصل التيار إلى البوبينة حيث أن النقطة المساعدة مفتوحة فلا يمر التيار مرة أخرى إلا بالضغط على مفتاح التشغيل .



شكل (3-18)

- في شكل (3-19) توضيح كيفية تركيب الأوفرلود مع الكونتاكتور



شكل (3-19)

دوائر القوى والتحكم

أى لوحة تحكم داخل ماكينة بها محرك أو أكثر تنقسم إلى دائرتين منفصلتين دائرة قوى ودائرة تحكم .

أولاً : دائرة القوى (Power Circuit)

وهى الدائرة الخاصة بتوصيل التيار من المصدر إلى المحرك وعادة تتكون من :

1- ثلاث فيوزات أو مفتاح أوتوماتيك يتحمل شدة تيار بدء دوران المحرك
2- ثلاث نقاط تلامس رئيسية الموجودة داخل الكونتاكتور
3- ثلاث ملفات حرارية للقاطع الحرارى
4- ثلاث أطراف المحرك

وجميع هذه الاشياء والسلك المستخدم فى توصيل هذه الدائرة يجب أن يتحمل شدة تيار المحرك المستعمل .

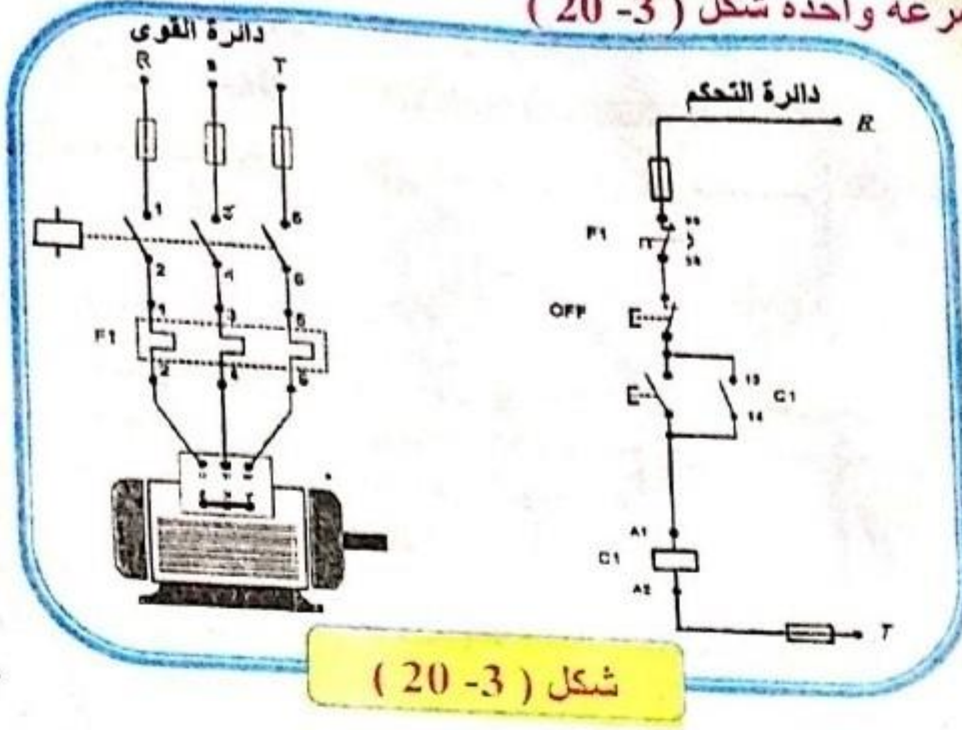
ثانياً : دائرة التحكم (Control Circuit)

وهى الدائرة الخاصة بتوصيل التيار إلى بوبينة الكونتاكتور وتتكون عادة من :

1- فيوز أو مفتاح أوتوماتيك يتحمل تيار البوبينات الموجودة بالدائرة وهى عادة شدة تيارها ضعيف
2- نقطة تلامس القاطع الحرارى المغلقة
3- مفاتيح الإيقاف والتشغيل
4- عددا من نقاط التلامس المساعدة للكونتاكتور (تبعا للمطلوب من دائرة التحكم)
5- بوبينة الكونتاكتور أو أكثر تبعا للمطلوب من دائرة التحكم

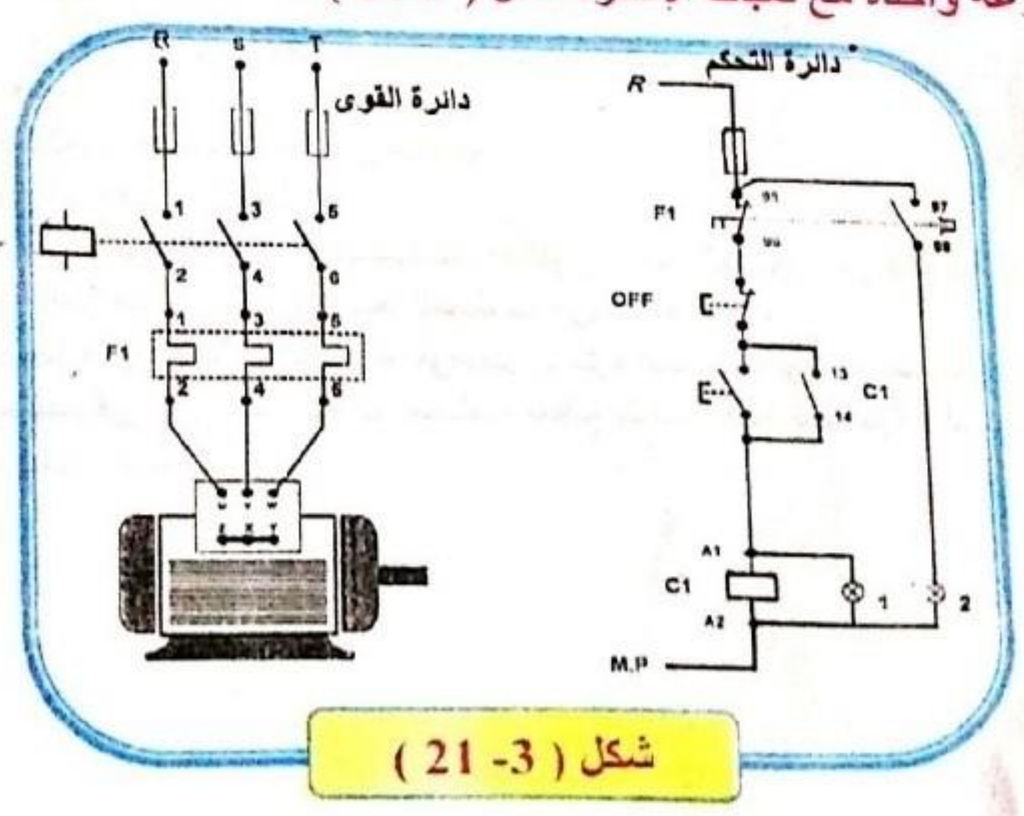
وكل هذه الأجزاء والسلك المستخدم لتوصيل دائرة التحكم يكون ذو مساحة مقطع صغير. والسلك المستخدم فى دائرة التحكم ذو مساحة مقطع يتحمل فقط شدة تيار البوبينات الموجودة بالدائرة وليس تيار المحرك .

دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك استنتاجى قفص سنجابى موصل نجمة ثلاثى الأوجه سرعة واحدة شكل (3- 20)



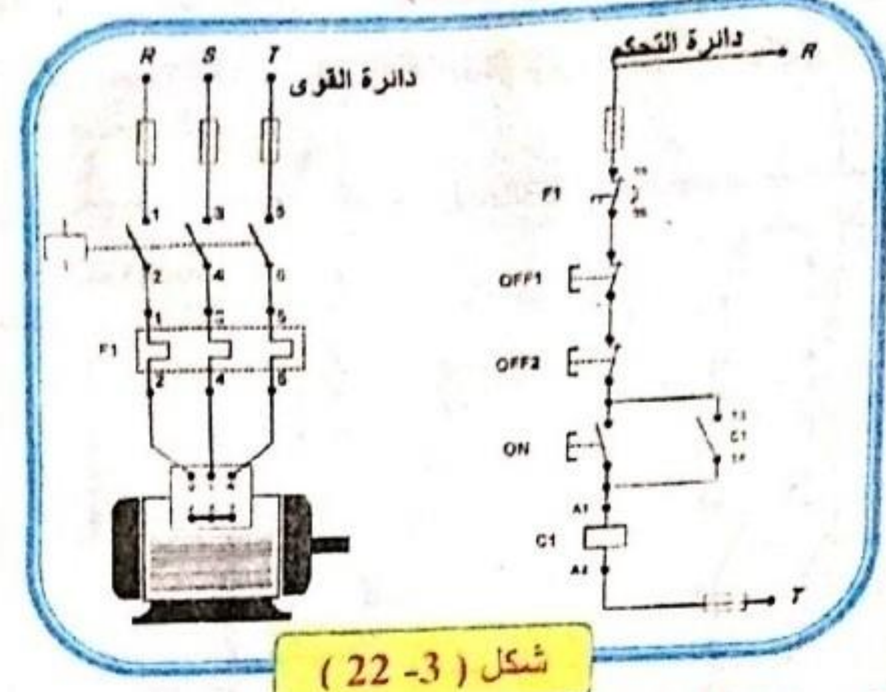
شكل (3- 20)

دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك استنتاجى قفص سنجابى موصل نجمة ثلاثى الأوجه سرعة واحدة مع لمبات الإشارة شكل (3-21)



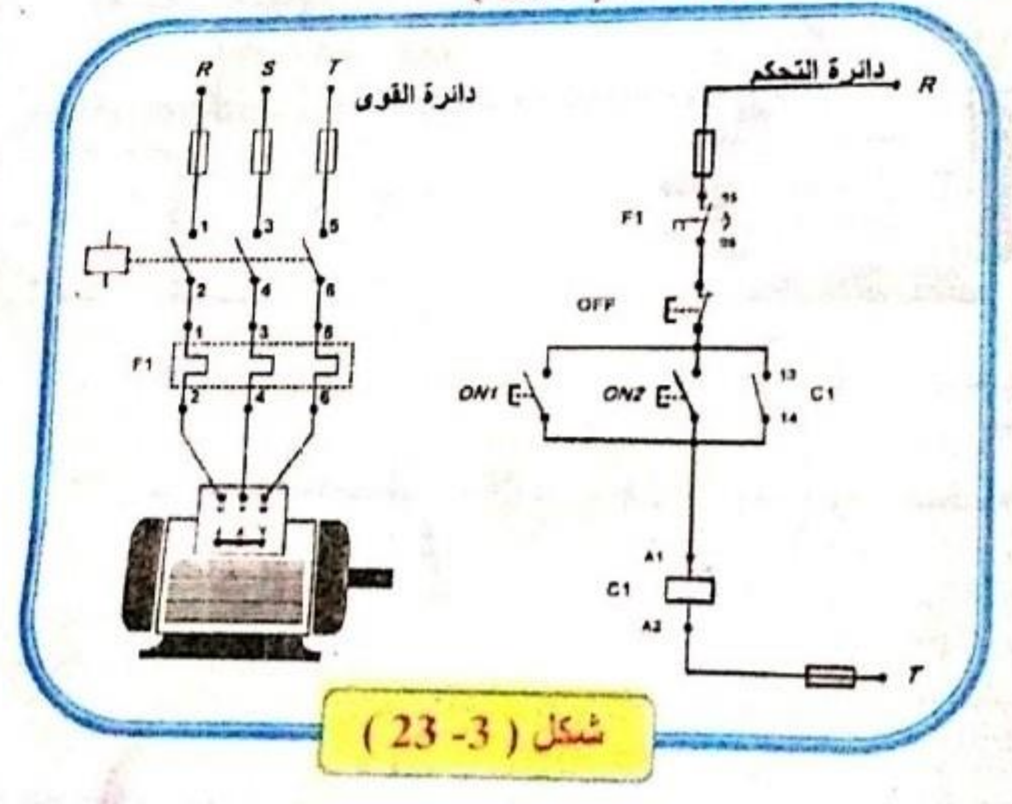
شكل (3- 21)

دائرة التحكم والقوى لإيقاف محرك استنتاجي قفص سنجابي ثلاثي الأوجه سرعة موصل نجمة من مكانين مختلفين شكل (3-22)



شكل (3- 22)

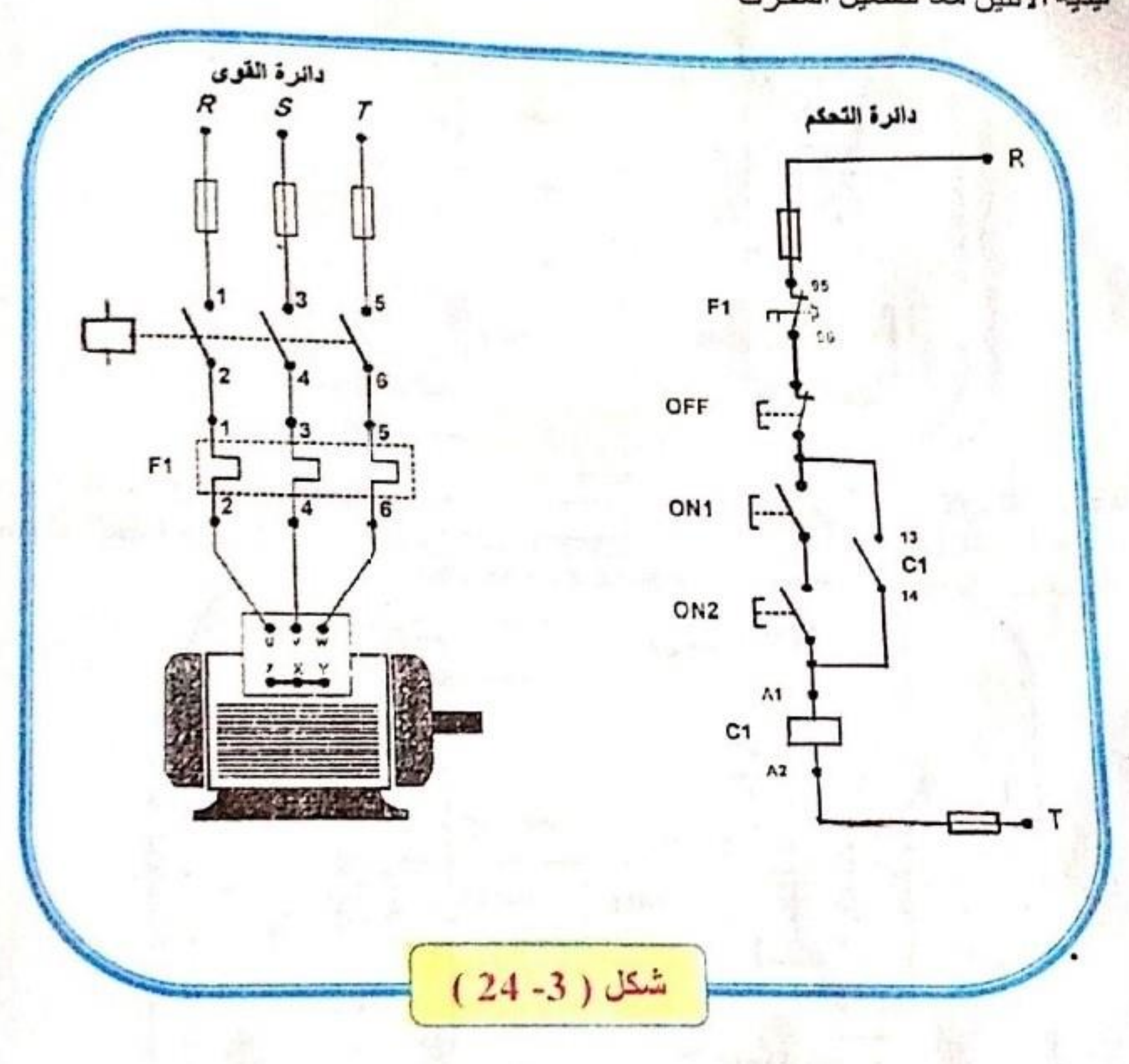
دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك استنتاجي قفص سنجابي ثلاثي الأوجه سرعة موصل نجمة من مكانين مختلفين شكل (3-23)



شكل (3- 23)

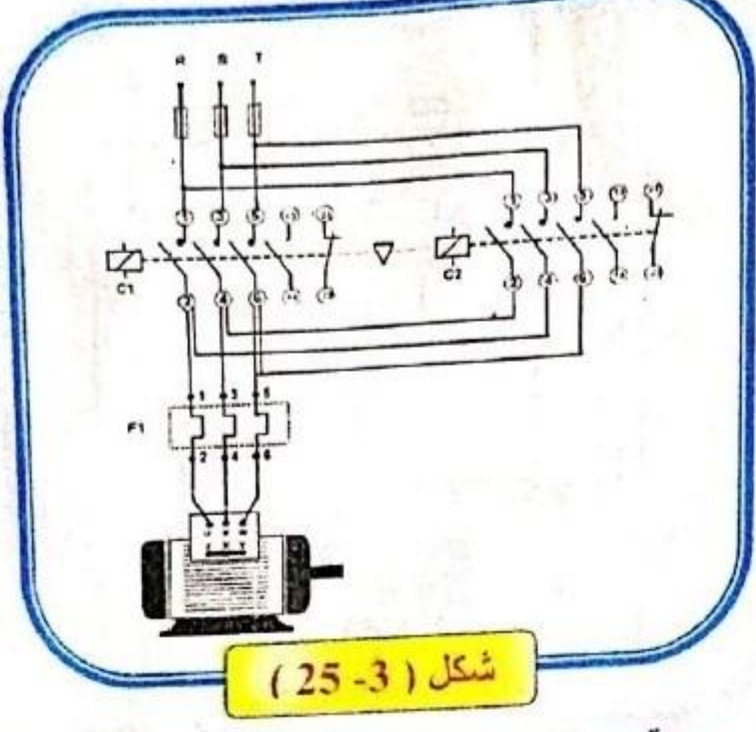
دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك استنتاجي ثلاثى الأوجه موصل نجمة سرعة واحدة بضغط اليدين شكل (3-24)

لدواعى الأمان فى بعض العمليات الصناعية يستلزم أن يعمل المحرك بواسطة استخدام العامل ليديه الاثنين معاً لتشغيل المحرك



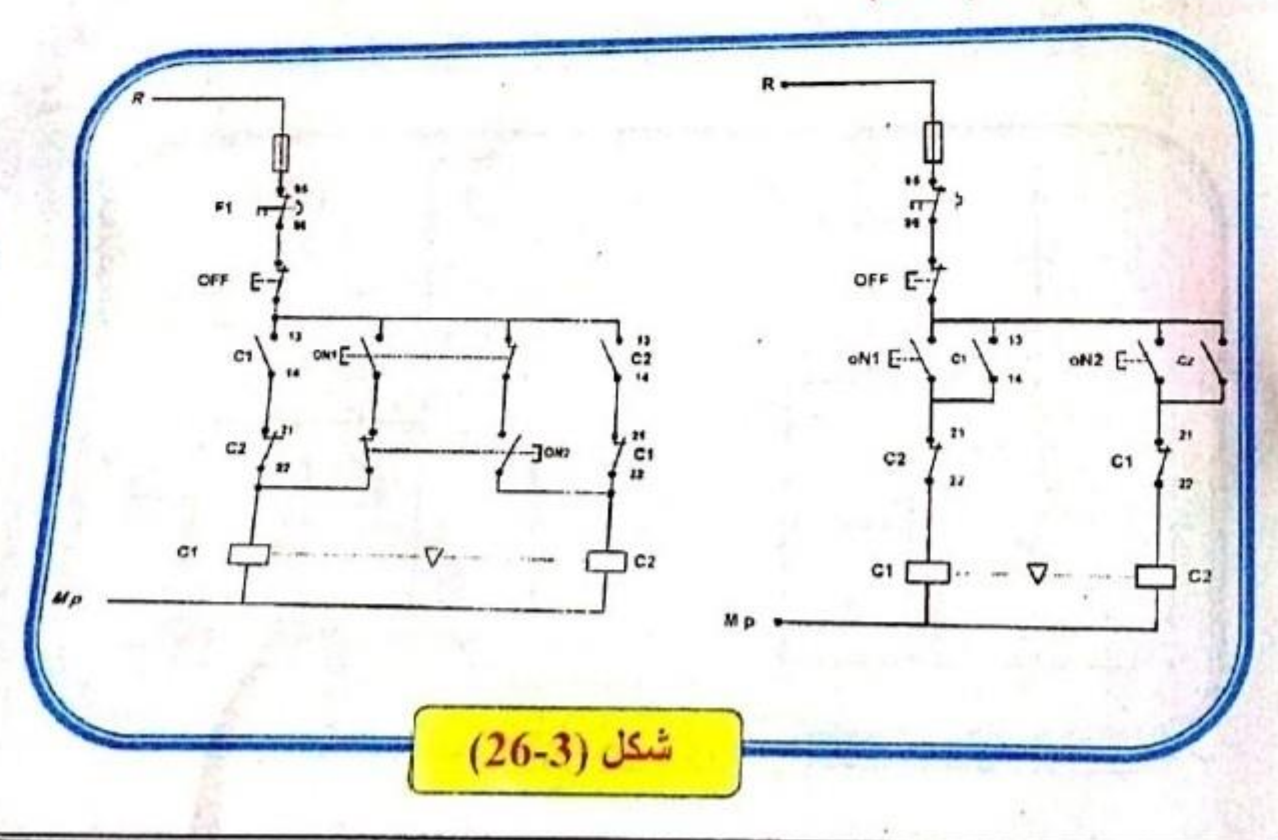
شكل (3- 24)

دائرة القوى لعكس حركة محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب موصل نجمة سرعة واحدة شكل (3-25)



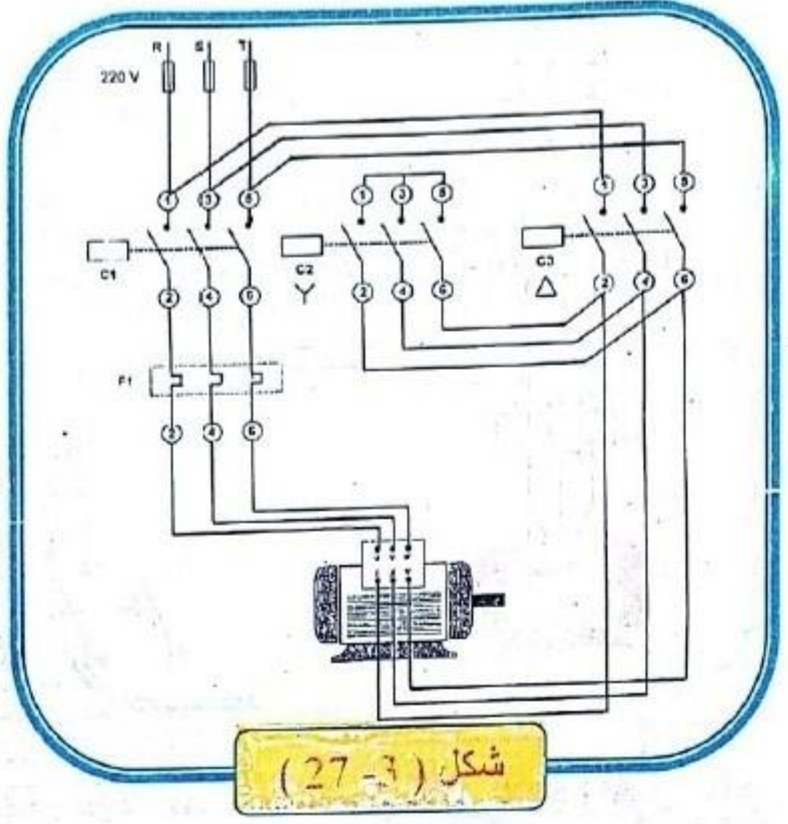
شكل (3- 25)

دوائر التحكم لعكس حركة محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب موصل نجمة سرعة واحدة شكل (3-26)



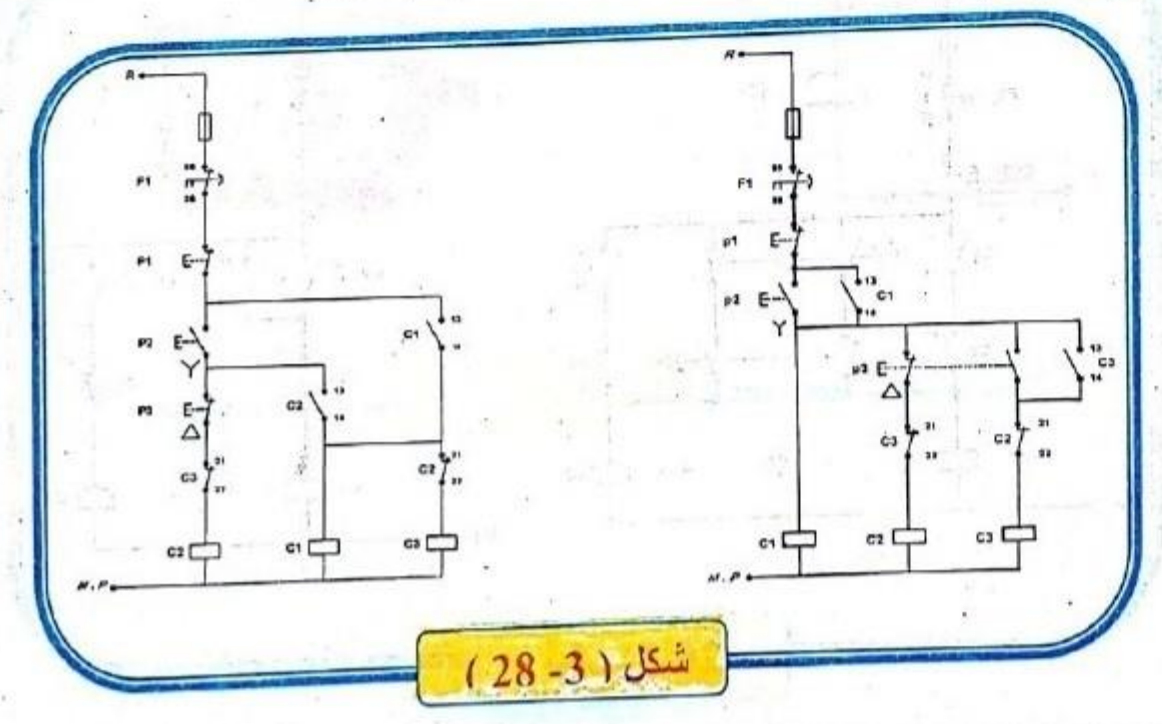
شكل (3-26)

دائرة القوى لتشغيل محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب بمفتاح نجمة / دلتا شكل (3-27)



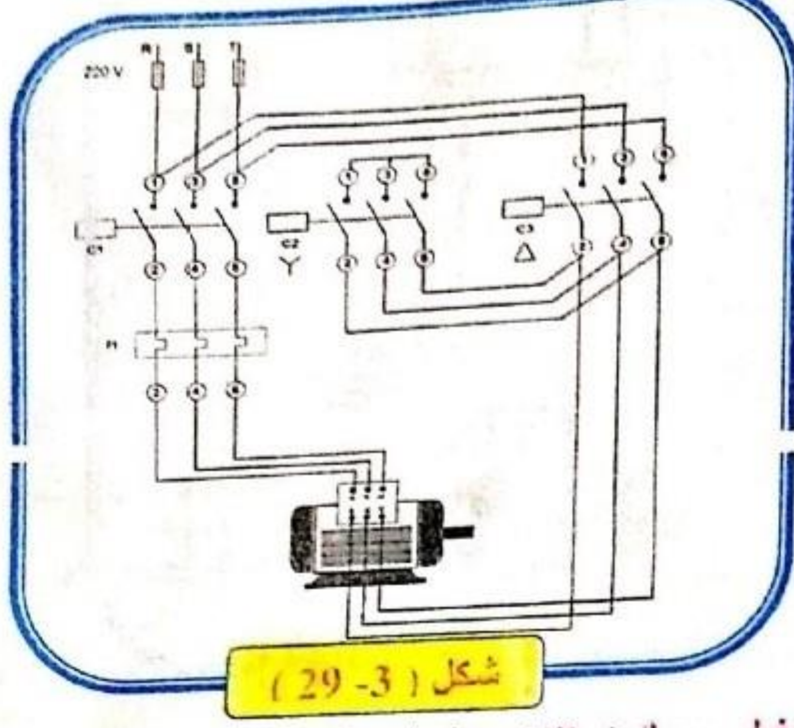
شكل (3-27)

دوائر التحكم لتشغيل محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب بمفتاح نجمة / دلتا شكل (3- 28)



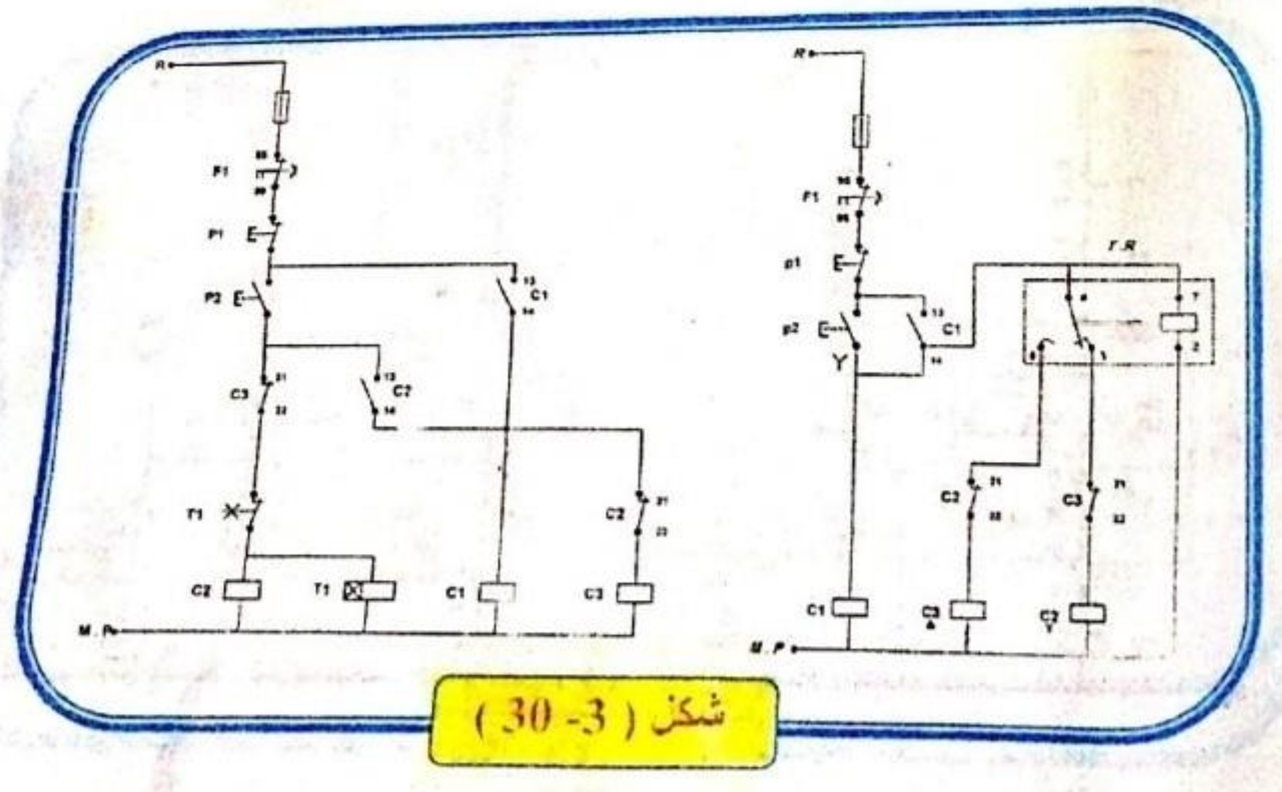
شكل (3- 28)

دائرة القوى لتشغيل محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب نجمة / دلتا بالتيمر شكل (3-29)



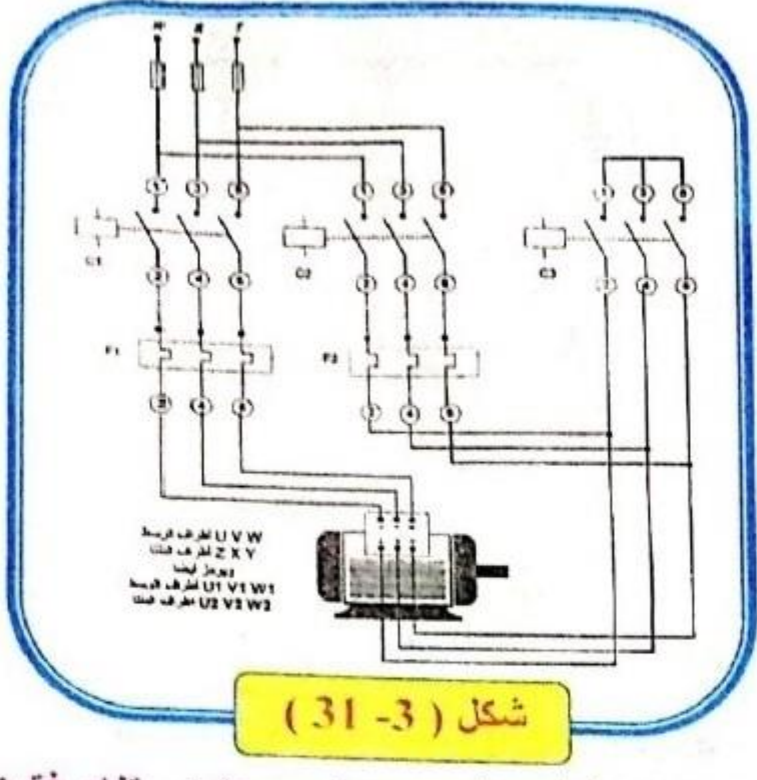
شكل (3- 29)

دوائر التحكم لتشغيل محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب نجمة / دلتا بالتيمر شكل (3-30)



شكل (3- 30)

دائرة القوى لتشغيل محرك ثلاثى الأوجه يعمل سرعتين متناصفتين شكل (3-31)

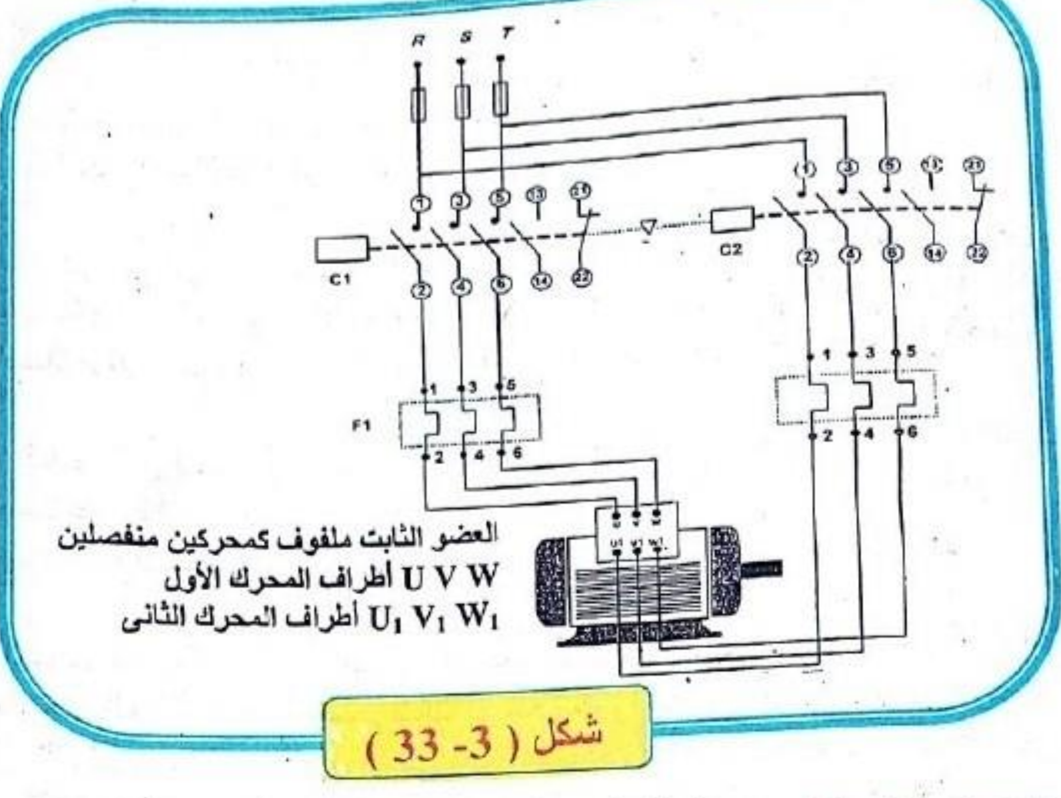


شكل (3- 31)

دوائر التحكم لتشغيل محرك ثلاثى الأوجه يعمل سرعتين متناصفتين شكل (3-32)

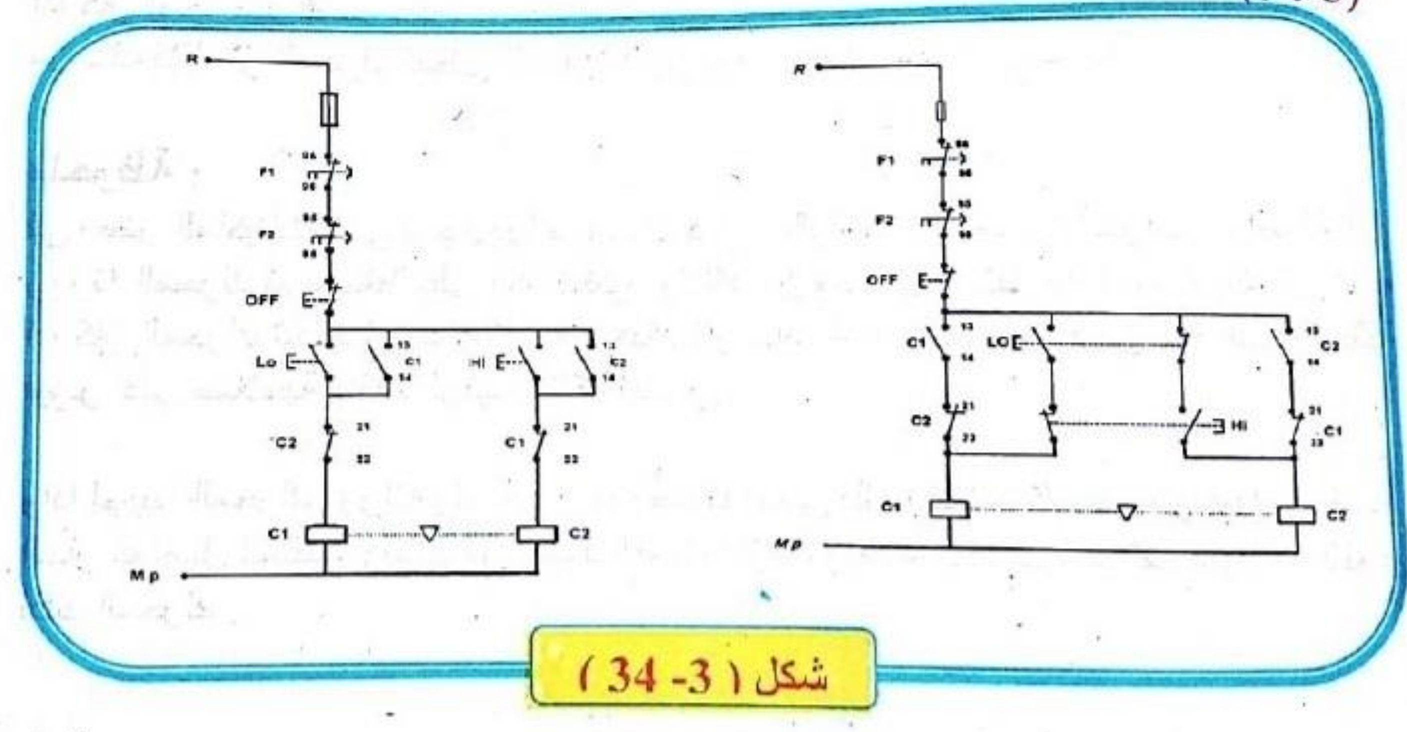
شكل (3- 32)

دائرة القوى لتشغيل محرك ثلاثى الأوجه يعمل سرعتين غير متناصفتين شكل(3-33)



شكل (3- 33)

دوائر التحكم لتشغيل محرك ثلاثى الأوجه يعمل سرعتين غير متناصفتين شكل (3-34)



شكل (3- 34)

كيفية تحديد العطل بدائرة تحكم واصلاحه

لا يمكن بأى حال حصر الاعطال التى تحدث بدوائر التحكم وتكتب فى جدول اذا حدث هذا يكون العطل كذا ويتم اصلاحه بطريقة كذا ......

كما هو الحال فى بعض مهن أخرى كإصلاح المحركات . فكل ماكينة لها برنامجها وعلى أساسه صممت دائرة تحكمها وكل دائرة مختلفة عن الأخرى من حيث مكوناتها وطريقة عملها . ولذلك عند اصلاح أى دائرة يجب أولا فهم طبيعة تشغيلها. وتحدد الخط الذى به العطل .

وبقدر كفاءة القائم على اصلاح الماكينة بقدر سرعته فى تحديد العطل وإذا حدد العطل فبكل سهولة يتم اصلاحه لأنه كما قلنا أن هذه المهنة لا تحتاج كثيرا إلى خبرة يدوية بقدر ما تحتاجه من ذكاء وفهم لكيفية تشغيل الدائرة .

ولكن يوجد أسلوب يجب أن تبدأ به إصلاح الماكينة أولاً يجب معرفة عدد المحركات التى تعمل بهذه الدائرة وهل العطل بجميع المحركات أو محرك واحد أو أكثر لا يعمل . وبعد ذلك يتم تحديد اذا كان العطل فى دائرة القوى أو فى دائرة التحكم وذلك باختبار دائرة القوى عن طريق الضغط على كل كونتاكتور على حدى .

إذا كان يوجد محرك سرعتين أو نجمة/دلتا يجب تحديد أى البوبينتين ستعمل معاً وتتأكد تماما من ذلك فإذا دار المحرك فمعنى ذلك أن دائرة القوى لهذا المحرك ليس بها عطلاً

ملحوظة :

فى بعض الماكينات التى يوجد بها محركات قدرة عالية يفضل فصل الأطراف الواصلة إلى روزتة المحرك ثم يضغط على الكونتاكتور وتتأكد من وصول الثلاث فازات بالفولتميتر .لأنه اذا كان المحرك شدة تياره عالية أصلاً وهناك فاز ساقط أو أى خطأ سيزيد من هذه القيمة العالية فيؤثر على صلاحية النقاط الرئيسية للكونتاكتور.

وإذا لم يبدأ المحرك دورانه ولم يصدر منه صوتا فمعنى ذلك انقطاع أكثر من فاز فيقاس مصدر التيار الواصل للماكينة ويتأكد من وجود الثلاث فازات وبعدها تأكد من سلامة فيوزات القوى لذلك المحرك .

وإذا لم يبدأ المحرك دورانه وصدر منه صوتا فمعنى ذلك أنه يصل المحرك فازتين والفاز الثالث مقطوع .وفى هذه الحالة تأكد من صلاحية الفيوزات والثلاث نقاط التلامس الرئيسية للكونتاكتور ومقاومات الأوفرلود ثم أطراف المحرك .

اما إذا كان العطل بدائرة التحكم فالأعطال التى تحدث بالترتيب :

- نقطة تلامس الأوفرلود مفتوحة
- الترنس الخاص بدائرة التحكم محترق
- بوبينة الكونتاكتور محترقة
- نقاط تلامس مفتاح التشغيل أو الإيقاف غير جيدة التوصيل

وإذا كان بالدائرة مفتاح نهاية شوط أو مفتاح ضغط أو غيرها تأكد من سلامة نقاط تلامسها .

الباب الرابع

صيانة الأجهزة المنزلية

(تدريبات عملية)

1- الأجهزة المنزلية (السخان – الدفاية – الخلاط الكهربى – مضرب الخفق – المراوح الكهربية – الغسالة الكهربية)

2- التدريب عن طريق المحاكاة على (طرق الصيانة والإصلاح للأجهزة المنزلية (السخان – الدفاية – الخلاط الكهربى – مضرب الخفق – المراوح الكهربية – الغسالة الكهربية)





مقدمة : طرق صيانة وإصلاح الأجهزة الكهربية المنزلية :

بعد التدريب فى ورشة لف الآلات الكهربية فى الوحدة السابقة يجب على المتدرب أن يقوم بالتدريب على صيانة الأجهزة المنزلية التى تحتوى على المحركات الكهربائية وفحص الأعطال فى التوصيلات الكهربائية والأعطال البسيطة والهامة والمحاور والفرش ومجموعة المحرك وعلب السرعة وقد يحدث تآكل فى عمود الدوران نتيجة التحميل الخاطئ أو تراكم الأتربة .

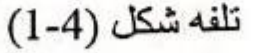
فى البداية سنتعرف على كيفية صيانة وإصلاح الآلات الكهربائية وطرق اكتشاف الأخطاء مع ملاحظة توجيهات السلامة عند إجراء الفحص والاختبارات للأجهزة لبعض أنواع من هذه الأجهزة وعلى المدرس ربط الموضوع بما هو موجود بالبيئة المحيطة وتدبير ما يمكن تدبيره من الأجهزة للمشاهدة والمحاكاة أولا ثم البدء فى شرح طرق الصيانة .

تعليمات عامة عند عمل الصيانة :

1- لا تحاول إجراء أى توصيلات كهربائية إذا كنت لا تدرى ماذا تفعل أو لم تكن لديك الخبرة العملية .

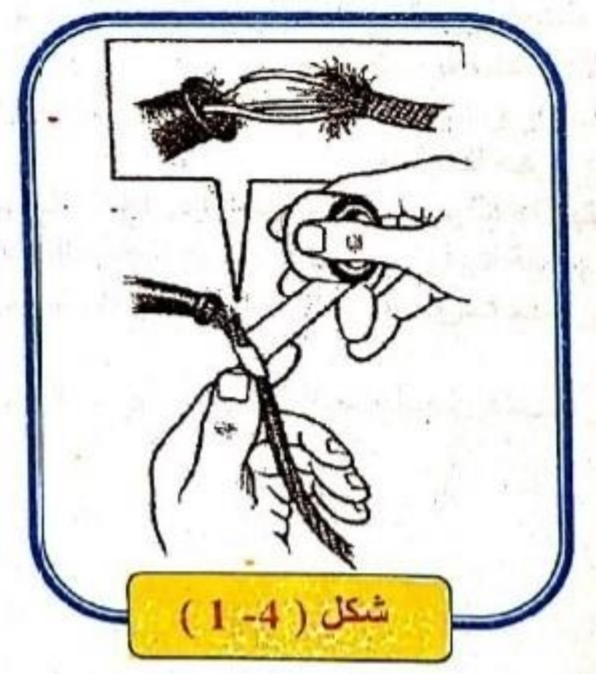
2- افصل مفاتيح التوصيل من لوحة التوزيع اذا كانت الصيانة فى أجهزة ذات وصلات ثابتة

3- اسحب قابس أى جهاز كهربائى من البريزة قبل إجراء تصليحات فى الجهاز الكهربائى



4- عند إجراء الفحوص والاختبارات على التمديدات الكهربائية والتى تحتاج إلى وصل وفصل التيار الكهربائى ، يجب الانتباه إلى عدم لمس سلك الجهد أو الأجزاء المتصلة مع سلك الجهد

5- لا تحاول معالجة السلك البالى بوضع شريط لاصق عليه ، بل يجب تبديل الكابل عند تلفه شكل (4-1)



شكل (4-1)

6- لا توصل عدد كبير من الأجهزة الكهربائية إلى بريزة واحدة حتى لا يحدث تلف او حريق شكل (4-2)



شكل (4- 2)

7- لا تحاول استخدام قاطع تيار أعلى من القيمة المطلوبة ، لأن ذلك قد يسبب أخطار كثيرة .

8- لا تستخدم أى جهاز كهربائى إلا بعد أن تتأكد من تأريضه .

...خانات المياه الكهربية :

من النادر أن تحدث متاعب فى السخانات الكهربية لكنها فى الواقع تحتاج إلى بعض إجراءات الصيانة الدورية المنظمة التى تتلخص فى القيام بتنظيف الجسم الخارجى للسخان وتفريغ الخزان للقضاء على الشوائب العالقة وقد يحتاج الأمر فى حالة نادرة تغيير عنصر التسخين الكهربى الداخلى للسخان رغم أن عمره الافتراضى له يكون فى حدود عشر سنوات .

التركيب البنائى لسخانات المياه :

1- تطبق فى السخان أحدث نظم الحماية الداخلية للخزان وهى الحماية بطبقة ستون التى تتميز بالآتى:

- تطيل عمر الخزان نظرا للمقاومة العالية للتأثيرات الناتجة عن الأكسدة والتفاعلات الكهروكيميائية مما يضمن زيادة مقاومة الخزان للصدأ والتآكل .
- لها قوة تماسك والتصاق عالية بالسطح الداخلى للخزان وتتحمل الضغوط وقوى التمدد والانكماش الناتجة عن تسخين وسحب الماء
- مقاومة التأثيرات الكيميائية داخل الخزان والناتجة عن الأملاح الموجودة بالماء
- مقاومة تأثير الدوامات وتيارات الحمل الناتجة عن تسخين الماء
- لا تؤثر على نقاء الماء ومذاقه

2- السخان مزود بترموستات يقوم بفصل وتوصيل التيار الكهربى للمسخن الحرارى طبقا لدرجة الحرارة المطلوبة وأقصى وضع لضبط الترموستات هو 75 درجة مئوية والترموستات مزود بوسيلة أمان اضافية وهى (القاطع الحرارى) الذى يعمل على فصل الدائرة الكهربائية تلقائيا فى حالة عطل الترموستات وبلوغ درجة الحرارة داخل الخزان 99 درجة مئوية لأى سبب من الأسباب .
يتم إعادة القاطع الحرارى إلى وضع التشغيل الأصلى يدويا بواسطة الفنى المختص بعد تلافى سبب ارتفاع درجة الحرارة .

3- اقتصادى فى استهلاك الكهرباء نتيجة حقن الفراغ الواقع بين جسم الخزان والجسم الخارجى للسخان بطبقة البولى يوريثان (صديق البيئة والمطابق للمواصفات العالمية) بسمك 2 سم والذى يمنع تسرب الحرارة ويعمل على الاحتفاظ بدرجة حرارة الماء مدة طويلة .

4- السطح الخارجى للسخان معالج بمادة تقاوم تأثيرات البيئة الخارجية وتعطيه لونا ومظهرا جذابا .

مفتاح التحديد الحرارى :

هذا المفتاح يقوم بتحديد درجة الحرارة المطلوبة لمياه الخزان ويكون موجودا فى معظم السخانات ويكون مبينا عليه درجات الحرارة أو يكتب عليه دافئ Warm أو طبيعى Normal أو ساخن Hot أو بالحروف الأولى H أو N أو W على الترتيب وحجم الحرارة الطبيعية كما سبق الإشارة تتراوح ما بين 120 إلى 160 فرنهيت أو بتعبير آخر ما بين الطبيعى إلى الساخن . فإذا كان هذا المفتاح لا يتحكم فى درجة الحرارة فان واقع العطل ليس به ولكن فى الترموستات نفسها .

الترموستات :

الترموستات هو الضابط الأساسى لحرارة سخان المياه حيث تقوم بضبط حرارة ماء الخزان حيث تسمح بارتفاع درجة حرارته حتى تصل إلى الدرجة المضبوطة عليها مفتاح الضبط الحرارى وعندما تقوم الترموستات باطفاء الشعلة فى السخان الغازى أو قطع التيار فى السخان الكهربى فإذا لم يعطى المسخن حرارة أو لم يصل بالماء إلى درجة الحرارة الكافية فان الترموستات تكون تالفة .

تجهيز مكان تركيب السخان :

يجب اختيار المكان المناسب للتركيب على أن يكون :

1- مجهز بمواسير الماء البارد والساخن

2- على ارتفاع (110 – 120 سم) من سطح الأرض .

3- ضرورة وجود مصدر توصيل كهربائى لا يبتعد عن مكان التركيب بأكثر من 5 متر واستخدام سلك توصيل بمساحة مقطع لا تقل عن 1.5 مم مربع وفى حالة استخدام مسخن 1200 وات لا تقل عن 2 مم مربع وفى حالة استخدام مسخن 2000 وات لا تقل عن 3 مم مربع .

تركيب السخان :

1- يتم تحديد ارتفاع مستوى التعليق بحيث يكون أفقيا تماما

2- يثبت عدد 2 خابور بلاستيك طول 12 سم بمسمار قطر 9 مم على خط مستوى التعليق والالتزام بالمسافة بينهما ثم يتم التعليق بعد التأكد من قوة الخوابير بالحائط

3- يجب تركيب محبس على ماسورة دخول الماء البارد للسخان

4- السخان مزود بصمام الأمان وعدم الرجوع والذى يركب على ماسورة الماء البارد المميزة بالحلقة الزرقاء والذى يعمل على :

أ- عدم رجوع الماء من داخل الخزان

ب- تنفيس الضغط الزائد داخل الخزان عند زيادته عن 8 ضغط جوى

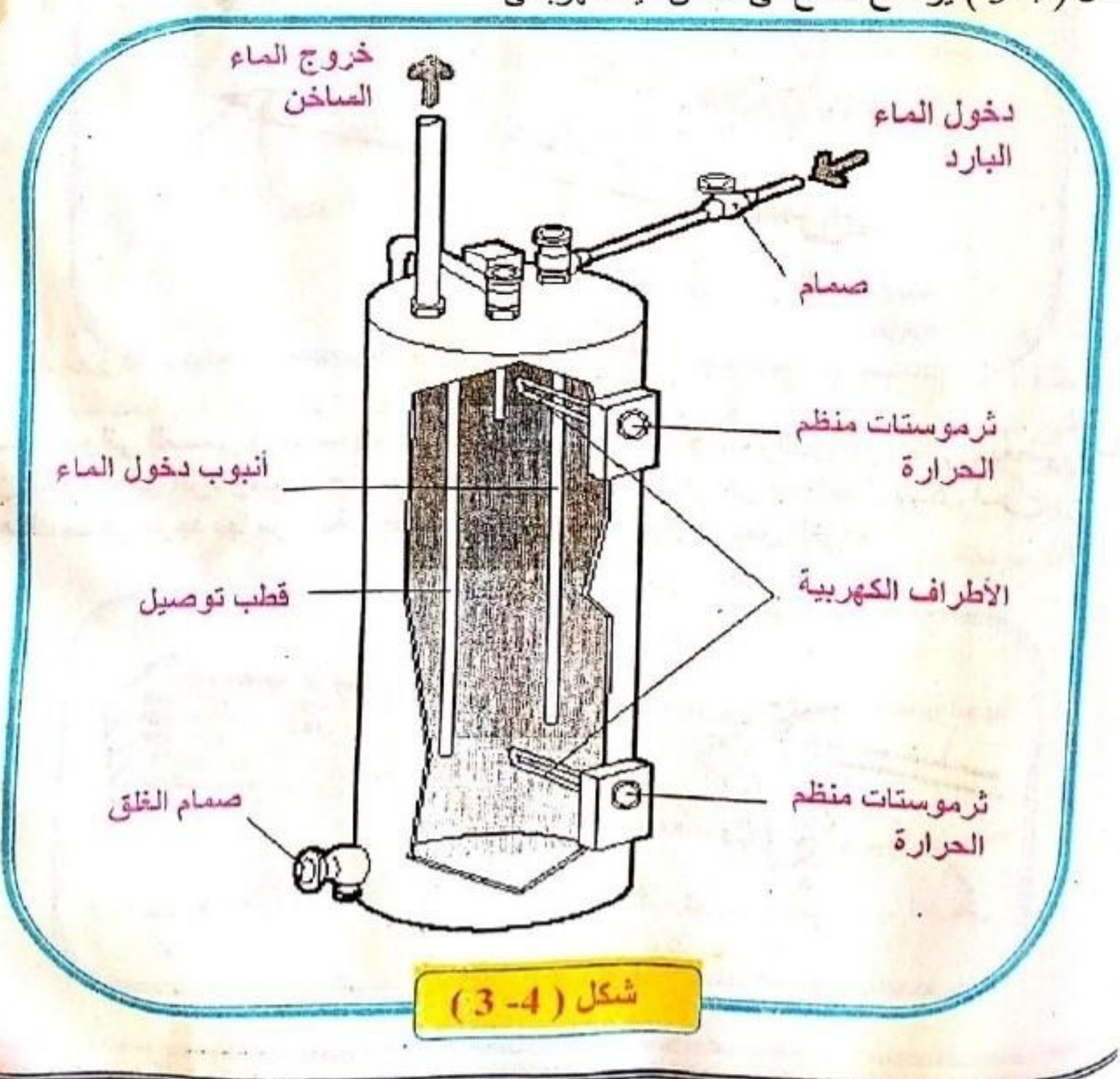
5- يتم تركيب ماسورتى التوصيل المرنه للماء البارد والساخن مقاس 500/300 مم بين كل من مواسير السخان ومواسير المياه العمومية مع مراعاة الشروط ومواصفات التركيب الصحيحة لمنع تسرب الماء .

6- يتم توصيل مصدر الكهرباء لأقرب مكان للسخان مع مراعاه تركيب مفتاح Overload قيمته 16 أمبير وتركيب فيشة بسلك السخان

7- بفتح صنبور الماء الساخن ثم محبس دخول الماء البارد للسخان حتى يتم ملئه بالماء والتأكد من خروجه من صنبور الماء الساخن

8- يتم توصيل السخان بالمصدر الكهربائى (فيشة أو مفتاح) مع مراعاة أن يكون المفتاح المركب بالجهاز فى وضع التشغيل وإضاءة لمبة البيان

وشكل (4-3) يوضح قطاع فى سخان مياه كهربائى

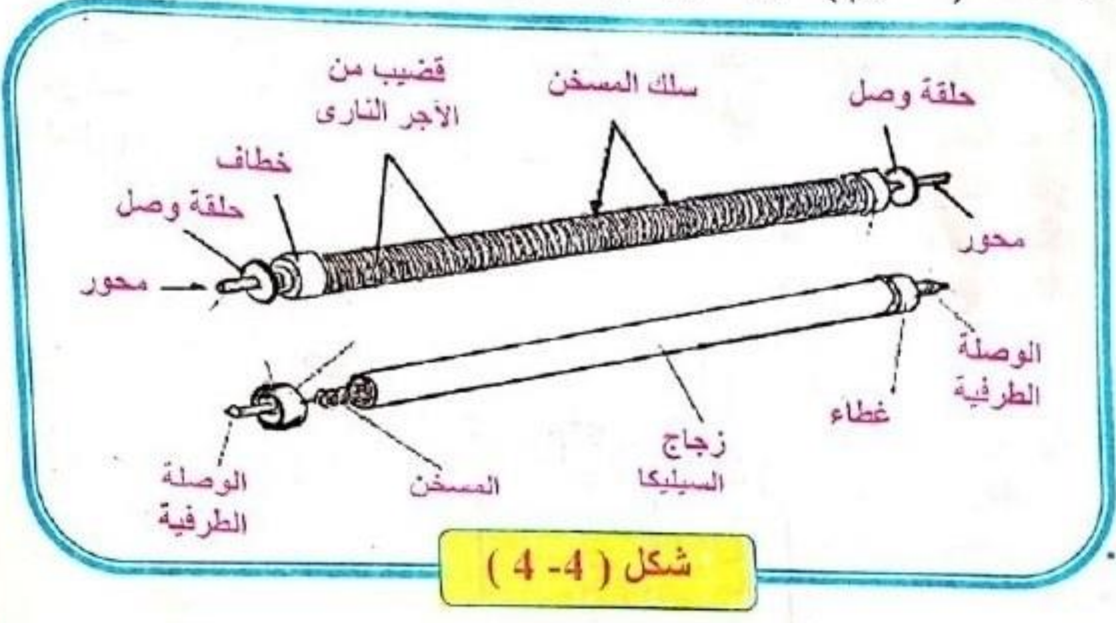


شكل (4-3)

الدفاية الكهربية :

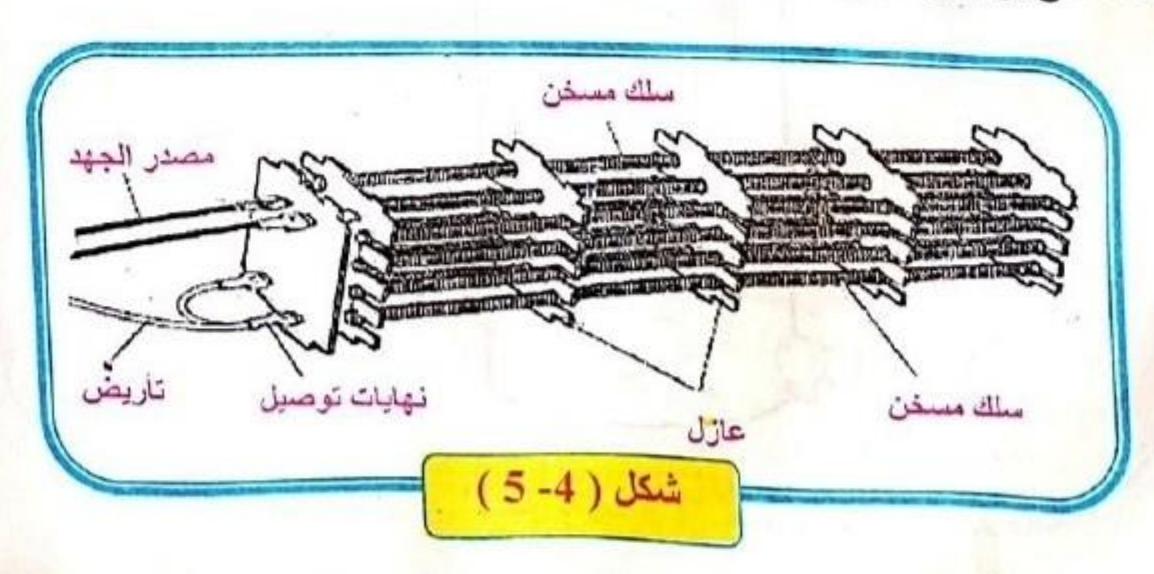
هناك نوعان رئيسان من المدافئ :
الأول يسمى النوع الإشعاعى (المشع): وهو يعطى حرارة منعكسة من السلك الحرارى .
ولهذا النوع عدة أشكال حسب نوع عنصر التسخين

أ- يلف فيه السلك (المقاوم) على قضيب من الآجر النارى شكل (4-4)



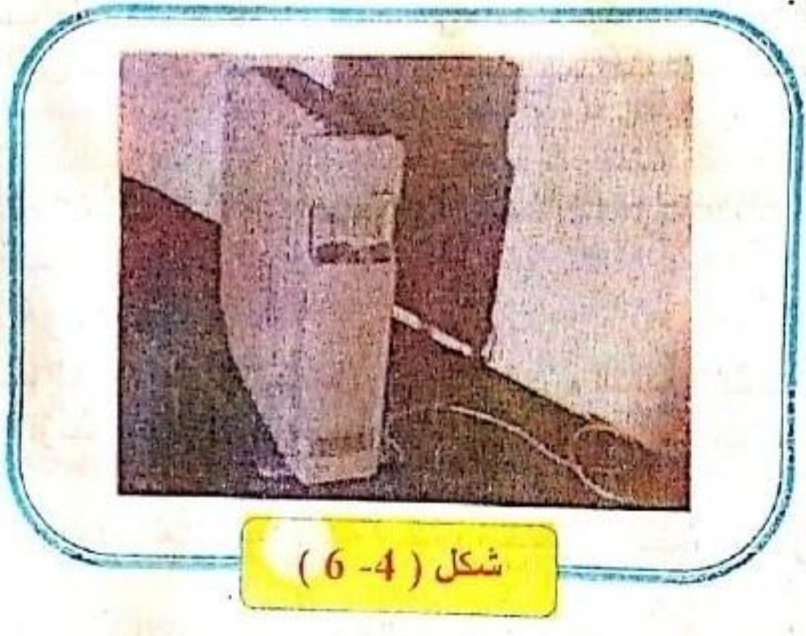
شكل (4- 4)

ب- أسطوانى المسمى (أنبوب زجاج السيليكا) شكل (4-5) ، والذى هو أغلى ويعطى كما من الجرارة فى فترة زمنية أقصر وكذلك تغييره أسهل ولكنه يمكن أن يتعطل بشكل أسرع .
وهناك مدافئ يوجد بها مروحة لإحداث توزيع أفضل للحرارة ضمن الغرفة .

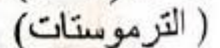


شكل (4- 5)

أما النوع الثانى يسمى النوع النقلى (الزيتى) : وفيه يتم إعطاء الحرارة المتنقلة عبر حاجز حرارى ناقل ولا نرى العنصر الحرارى مباشر وهى تستعمل لتأمين حرارة ثابتة للغرفة شكل (4-6)
يفضل دوما شراء النماذج ذات الترموستات الداخلى الذى ينظم الحرارة ويحمى المدفأة من خطر زيادة الحمل .



شكل (4- 6)



كيفية صيانة وإصلاح المدافئ :

التنظيف يجب أن يكون على البارد لكن دون صقل وحك الأنبوب وأن لا يمسكه بيده حتى لا تنطبع البصمات عليه لاحقا أثناء التشغيل (مع الحرارة) ثم لا يمكن إزالتها بعد ذلك وعادة يستعمل الشحم لمسح البصمات عن الأنبوب .
وشكل (4-7) يوضح طريقة فك الغطاء الخارجى وإخراج غطاء مفتاح تحديد درجة الحرارة (الترموستات)



شكل (4- 7)

الخلاط الكهربى :

يعتبر الخلاط متعدد الأغراض من أجهزة المطبخ الحيوية حيث أن له امكانيات هائلة متنوعة فى تقطيع أو طحن أو عصر الفواكة والمواد الغذائية .
وهو فى الغالب عبارة عن غلاف زجاجى أو من البلاستيك يمثل وعاء الخلط أو حاوية التعامل مع الأطعمة يركب على قاعدة تحميل تحوى فى داخلها موتور الحركة الذى تنقل حركته ميكانيكيا بواسطة أكس معدنى يرتبط ببوش من المطاط يتصل بالسكينة الداخلية الموجودة فى وعاء الخلط .

تحذير: قبل التعامل مع الخلاط الكهربانى بالإصلاح أو التنظيف يجب فصله تماماً عن منبع التيار الكهربى .

إجراءات الصيانة والتنظيف :

- يجب تنظيف الخلاط بعد كل استعمال وذلك بفك الجزء القاطع (السلاح) من الوعاء
- يتم نظافة الوعاء وأجزاءه بماء دافئ وصابون ولا يستخدم الماء المغلى أو غسالة الأطباق
- لا تضع المحرك فى الماء وعند وضعه بصورة خاطئة لا تستخدمه حتى تتأكد من جفافه تماماً
- لا تستخدم الوعاء (الإناء) فى حفظ الطعام والمشروبات
- لا يستخدم بودرة تنظيف أو سنفرة معدنية تجنباً لحدوث خدوش
- برفق فك الأجزاء ونظف الجزء المطاطى ثم جففها بعد النظافة
- لا تملأ الوعاء كاملاً بل أترك مكاناً حتى يستطيع المحرك تقليب الطعام
- فى حالة الطعام الصلب أو المتماسك كرر التشغيل عدة مرات أو أضف قليلاً من الماء لتسهيل العمل .
- لا تستخدم الجهاز وهو فارغ وكذلك بدون تركيب الاناء حتى لا تتلف رولمان البلى .
- ضع المحرك فى المكان المناسب المعد له قبل التشغيل .
- عند تغيير القاطع المعدنى (السكينة) لابد أن يكون من نفس النوع وكذلك عند تلف الوعاء استبدله بنفس النوع .

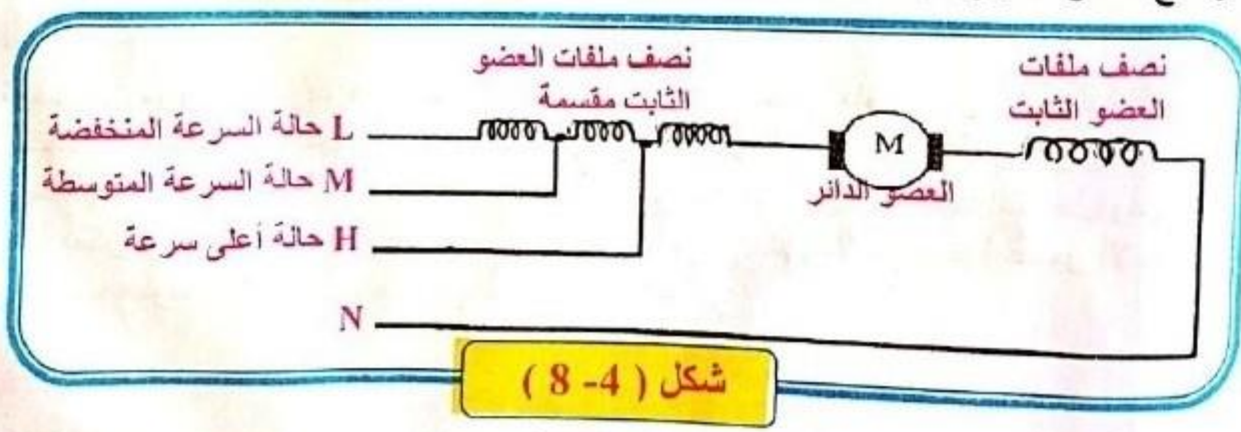
صيانة الموتور :

عندما تلاحظ وجود شرارات أسفل الخلاط عند تشغيل الموتور أو تباطؤ أو اختلال فى السرعة تلقائياً مع ظهور رائحة حريق . وفى هذه الحالة يكون السبب حدوث استهلاك فى الفرش الكربونية الخاصة بالموتور فيتم رفعها واستبدالها بأخرى جديدة مع تنظيف حوامل التثبيت والموتور من المخلفات الكربونية السابقة . وعمل تنظيف ثم مسح

بالصنفرة الناعمة لنقط تلامس الفرش على عضو الاستنتاج لضمان جودة الانطباق ثم تقفيل الموتور واعادته لمكانه وإذا لاحظت توقف الموتور ووجود آثار الحريق فى ملفاته سواء فى ملفات تشكيل المجال (المخدات) أو العضو الدوار (البوبينة) فإنه يلزم تغييره بآخر جديد أو إعادة لفه .

مفتاح التشغيل :

يتم التحكم فى تشغيل وسرعة موتور الخلاط بواسطة مفتاح ذو عدة أوضاع تشغيل أو وقفات موجودة فى قاعدة الخلاط . ولكن قد تكون هناك شكوى من أنه لابد من الضغط عدة مرات حتى يتم التشغيل ، لذا ينصح بفك المفاتيح ثم معالجتها برش أسبراى لتنظيف نقط التلامس وإذا كان الخلاط لا يعمل وهناك شك فى عدم وصول التيار الكهربى إليه يمكنك الكشف على صلاحية المفتاح بواسطة جهاز الآفوميتر على وضع الأوم بعد رفع الأسلاك الموصلة إليه وبحيث أن يكون الخلاط مفصولاً تماماً عن المصدر الكهربى . ثم قم بعد ذلك بوضع طرفى الآفوميتر على طرفى توصيل المفتاح ثم اضغط عليه ليسجل الآفوميتر قراءة لصفر تدريج الأوم إذا كان المفتاح سليماً وإذا لم يسجل قراءة كان المفتاح تالفاً ، وهنا يجب تغييره مع الوضع فى الاعتبار أن يكون مطابق تماماً ويعاد تثبيته فى الخلاط ليعمل الخلاط بصورة طبيعية .وشكل (4-8) يوضح الدائرة الكهربائية للخلاط



شكل (4- 8)

احتياطات يجب مراعاتها عند استعمال الخلاط :

1- عدم رفع أو فك غطاء الخلاط فى أثناء التشغيل
2- عدم رفع أو فك وعاء الخلاط فى أثناء التشغيل
3- عدم تشغيل الخلاط بدون طعام فى الوعاء
4- عند توقف الجهاز فجأة يجب فصل التيار عن الجهاز
5- عدم إطالة وقت التشغيل للخلاط عن دقيقة واحدة بل يجب التوقف ثم إعادة التشغيل وهكذا
6- بعض الأجهزة مجهزة بساعة توقيت للعمل كما أن هناك نوع من العجانات أو مفارم اللحمة مصممة للعمل لفترات طويلة دون أن يتأثر الجهاز .

مضارب البيض :

يعتمد مضرب البيض فى عمله على محرك من نوع التوالى العام
المضارب توضع داخل محورين مركب على كلا منهما ترس.
الموتور مركب عليه ترس حلزونى يتعامل مع ترس المضارب ليتم إدارتها
بعض المضارب لها مروحية تبريد خلفية والمضارب ذات القدرة العالية تستخدم محركات ذات قدرة عالية .
بعض الأنواع لها أكثر من سرعة أو عن طريق مقاومات ليتم التحكم فى سرعة المحرك .

مفتاح التشغيل :

مفتاح التشغيل فى الأجهزة المنزلية نظراً لاستخدامه بصفة مستمرة يعتبر من القطع التى تسبب مشاكل التشغيل المتقطع أو توقف التشغيل أو التشغيل المستمر نتيجة اختلال عملية توصيل ريش التلامس به أو حدوث كربنة بها بواسطة تأثيرات الفتح وسريان التيار الكهربائى . والحل العملى لذلك هو أن تبدأ كل محاولات الإصلاح بالتنظيف للمفتاح بواسطة أسبراى تنظيف يرش داخل المفتاح متوفر لدى محال بيع قطع غيار الراديو والتليفزيون وإذا استعصى تشغيل المفتاح يعاد تغييره بآخر جديد مطابق للمستخدم بالآلة .

مروحة التبريد :

الغرض من مروحة التبريد هو سحب الحرارة المتولده عند نقط إلتقاء الفرش الكربونية للموتور وتثبت دائماً مقابلة لفتحة تهوية كما هو موضح بالرسم ومن النواحى المألوفة أن تنزلق المروحة من مكانها ويحدث احتكاك بين زعانفها وجسم الآلة فتحدث ضوضاء عند التشغيل وفى هذه الحالة يمكن اعادة ربطها بإحكام بواسطة مسمار تثبيتها وإذا كان الانحناء بها عسير الاستعدال وهو سبب ضوضاء التشغيل يتم استبدالها بأخرى جديدة .

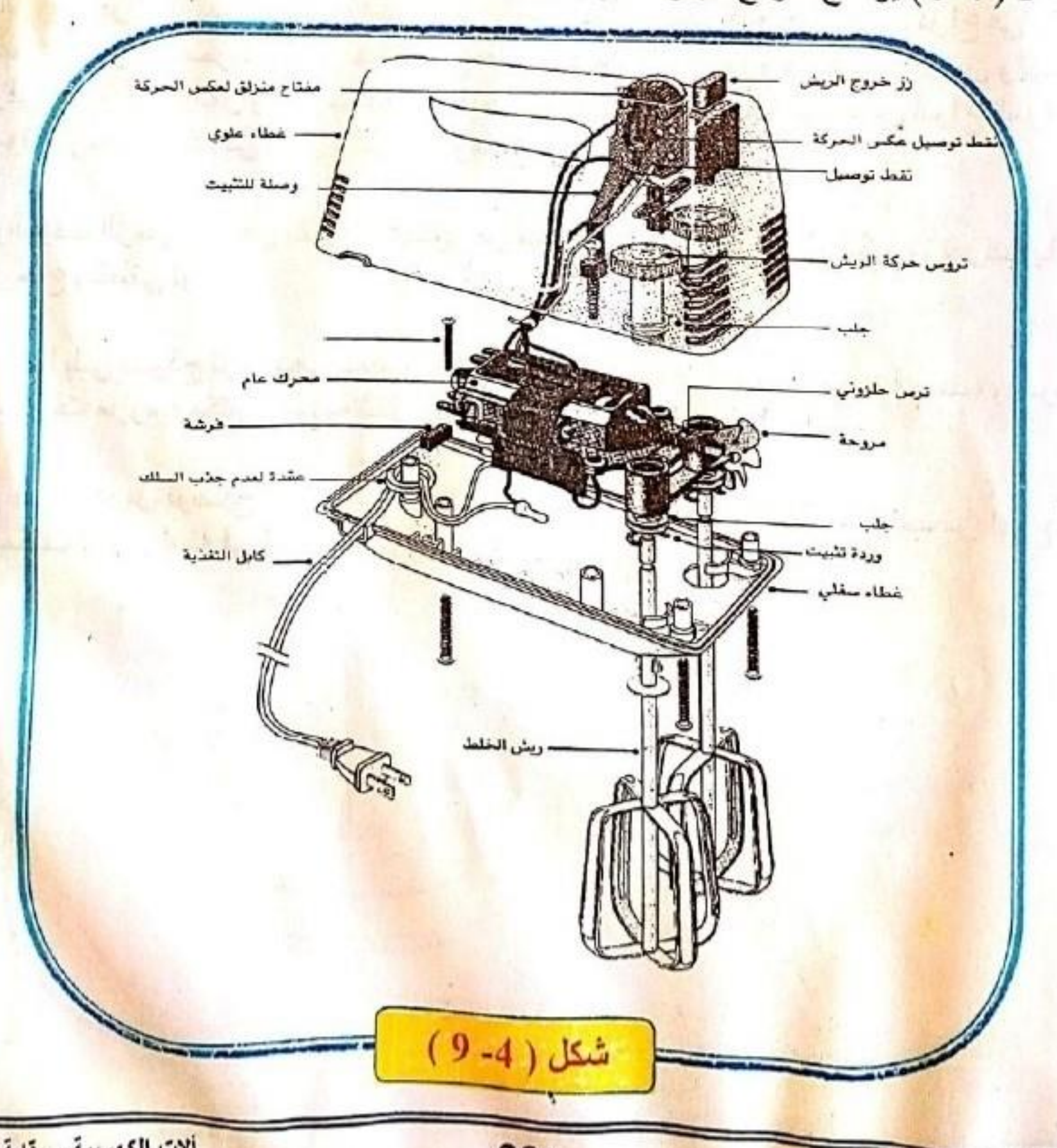
الموتور :

يمكن تطبيق ما سبق ايضاحه فى الأبواب السابقة خاصاً بصيانة الموتورات وكذا ما سبق بيانه فى الجزء الأول من الكتاب . وذلك باعتباره من النوع الشائع الاستخدام (التوالى العام)

التروس :

سبق الإشارة إلى أن التروس مثبتة مباشرة فوق كل مضرب ومحفوظة فى مكانها بواسطة لوح حافظ . وللوصول إليها يلزم رفع هذه الحافظة المعدنية لفحصها والتعرف

على أية تلفيات باستهلاك أو كسر أسنان الترس . حيث أن الترس الذى به كسر فى أحد الأسنان يسبب تشغيل به ضوضاء أو قد تؤدى إلى توقف القلاب المرتبط بها .
وإذا استلزم الأمر عملية التغيير فيجب تغيير الترسين معاً وليس الترس الواحد الذى به العيب وذلك محافظة على حلزون محرك الموتور . ولكى يمكنك رفع التروس لغيارها يتم رفع الحاجز المعدنى ثم تستخدم بنسة ذات فك طويل لرفع تيلة التثبيت ثم سحب الترس وعند احضار الجديد يجب القيام قبل التركيب بعملية تنظيف شاملة لإزالة أية مخلفات معدنية تكون قد علقت بالشحم القديم نتيجة تآكل التروس عند تقادمها .... وبعد التركيب فى نفس المكان بإحكام حرك الموتور من ناحية المروحة بواسطة اليد وتأكد من كفاءة حركة النظام الميكانيكى أولاً لأنك لو ركبت التجهيز خطأ ثم شغلت بالتيار الكهربى ستتكسر التروس وكذا الحلزونة .
وشكل (4-9) يوضح نموذج جهاز مضرب بيض .



شكل (4- 9)

المراوح الكهربية :

توجد أنوع مختلفة من المراوح منها :

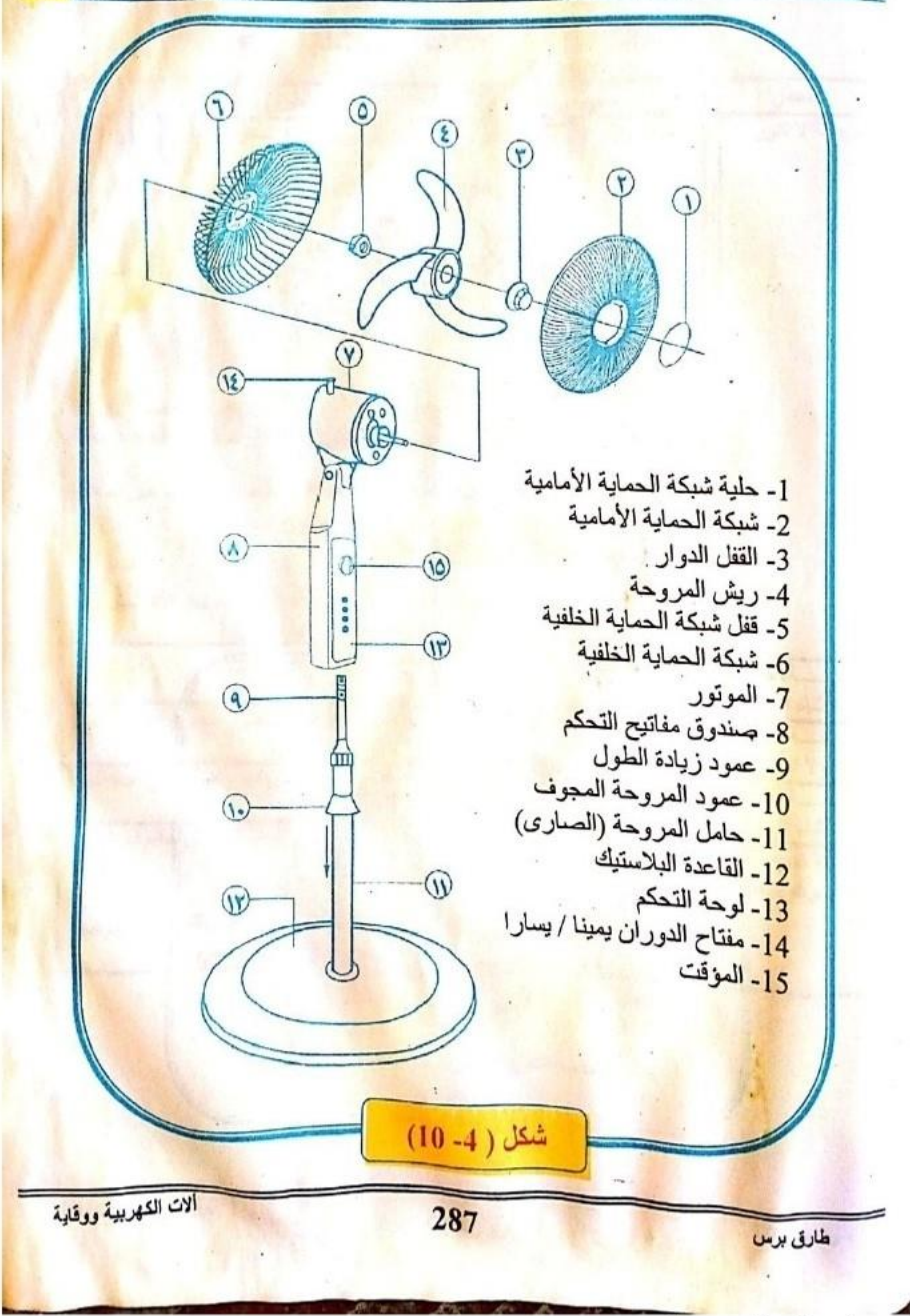
1- مروحة المكتب
2- المروحة العمودية
3- مراوح السقف

وتتركب المروحة من محرك كهربى من النوع ذى المكثف يعمل هذا النوع بالتيار المتردد ويثبت على عمود الدوران لهذا المحرك غلاف شبك واقى (شبكة الحماية الأمامية) لمنع الاقتراب من ريش المروحة لعدم وقوع الحوادث (مروحة المكتب) وعند تشغيل المروحة تعمل ريش المروحة على تحريك الهواء داخل الغرفة وتتحرك المروحة بواسطة مجموعة من التروس حركة ترددية فى اتجاه اليمين وفى اتجاه اليسار وتثبيت هذه التروس مع ذراع فى نهاية عمود الدوران للمحرك ويعمل هذا الذراع على الحد من حركة المروحة أقصى اليمين واليسار وفى جميع أنواع المراوح توجد مفاتيح للتحكم فى سرعتها ويركب فى بعض أنواع المراوح مؤقت زمنى للتحكم فى تشغيل المروحة زمنا محددا .

والمؤقت الزمنى الخاص بالمراوح يتكون من مجموعة من التروس البلاستيكية وزنبرك (ياى) إرجاع ونقطتى توصيل .

وفيما يلى نموذج توضيحى للعضو الثابت والعضو الدوار لمحرك مروحة سقف ونموذج لمكونات مروحة مكتب هءمودية شكل (4-10) ، شكل (4-11) ، شكل (4-12)

وعلى المدرس توضيح للطالب أن محركات هذه المراوح هى محركات وجه واحد من النوع ذو المكثف وتم دراسته فى الباب الثانى .


١
٢
٣
٤
٥
٦
٧
٨
٩
١٠
١١
١٢
١٣
١٤
١٥
1- حلية شبكة الحماية الأمامية
2- شبكة الحماية الأمامية
3- القفل الدوار
4- ريش المروحة
5- قفل شبكة الحماية الخلفية
6- شبكة الحماية الخلفية
7- الموتور
8- صندوق مفاتيح التحكم
9- عمود زيادة الطول
10- عمود المروحة المجوف
11- حامل المروحة (الصارى)
12- القاعدة البلاستيك
13- لوحة التحكم
14- مفتاح الدوران يمينا / يسارا
15- المؤقت

شكل (4- 10)



العضو الدائرة لمحرك مروحة سقف

شكل (4- 11)



العضو الثابت لمحرك مروحة سقف

شكل (4- 12)

أعطال مراوح المكتب وأصلاحها

العطل	سبب العطل	طرق الاصلاح
المروحة لا تدور	- عدم وصول التيار	- أعد توصيل قاطع الدائرة بلوحة توزيع المنزل اذا كان مفصولا
	- قطع أحد أسلاك الكابل المرن للمروحة	- افحص الكابل بجهاز الآفوميتر وقم بتغييره اذا كان مقطوعاً
	- الفيشة غير متصله بمصدر القدرة الكهربية	- يتم توصيل الفيشة بمصدر القدرة بشكل جيد
	- فتح بنقاط المؤقت الزمنى	- افحص نقاط المؤقت الزمنى بجهاز الأوممتر
	- تلف ياى (زنبرك) الارجاع أو مجموعة التروس	- اذا ادرت مقبض المؤقت ولم تسمع صوت حركة مجموعة التروس يدل هذا على تلف المؤقت عندها يتم تغييره
	- قطع أحد أسلاك مفتاح تغيير الجهد أو وصلة تغيير الجهد من 110 فولت إلى 220 فولت	- افحص المفتاح أو الوصلة للبحث عن أسلاك مقطوعه وقم بتوصيلها
	- تلف نقاط مفاتيح السرعات أو قطع فى توصيلاتها	- افحص مفاتيح السرعات بجهاز الآفوميتر وقم بصنفرة نقاط التوصيل الرديئة
المروحة تصدر صوتا أثناء الدوران	- تآكل كراسى المحاور	- استبدل كراسى المحاور
المروحة تصدر صوتا ولا تدور	- زرجنة كراسى المحاور	- قم بتزييت كراسى المحاور لمحرك المروحة من خلال فتحات التزييت
المروحة تصدر صوتا أثناء الدوران	- احتكاك ريش المروحة مع الشبك المعدنى	- اعدل وضع ريش المروحة لمنع احتكاكها بالشبك المعدنى
المروحة تدور ولكنها لا تتحرك يمينا أو يسارا	- تآكل مجموعة تروس الحركة الجانبية	- فك الغطاء الخلفى لمحرك المروحة وقم بتغيير التروس التالفة
	- عدم تحرر سقاطة تحريك مجموعة التروس	- قم بالضغط على الذراع البلاستيكى الموجود على الغطاء الخلفى لمحرك المروحة

الغسالات الكهربائية :

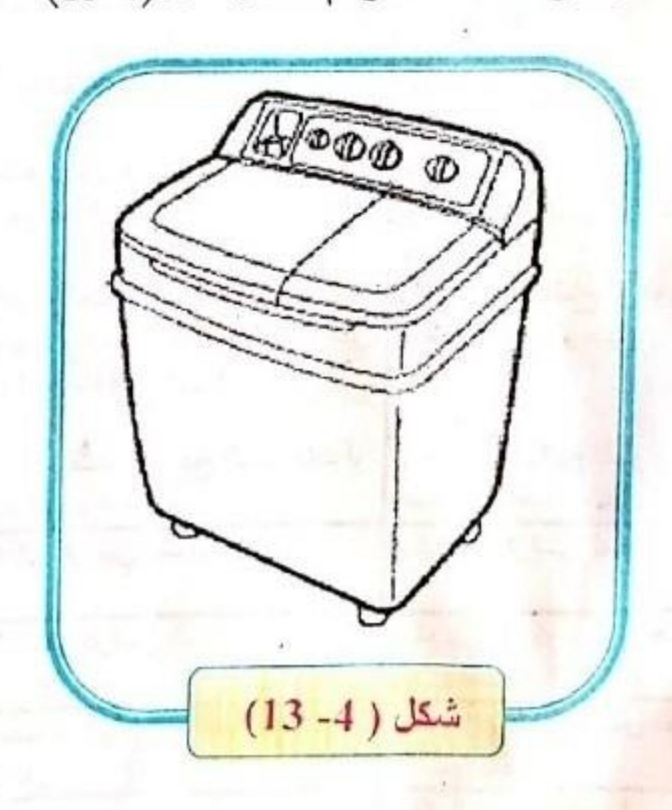
الغسالات المنزلية على ثلاثة أنواع وهى تختلف بعض الشئ عن الغسالات التى فى الفنادق والمصابغ :

النوع الأول : أحادى الحوض

النوع الثانى : ثنائى الحوض

النوع الثالث : الآلى (الأتوماتيكى)

عادة كل أنواع الغسالات الحديثة تدور باتجاهين على التتالى أولا باتجاه دوران لفترة قصيرة ثم تقف وتعيد الكرة لنفس الفترة فى الاتجاه الآخر ثم تقف . شكل (4-13)



شكل (4- 13)

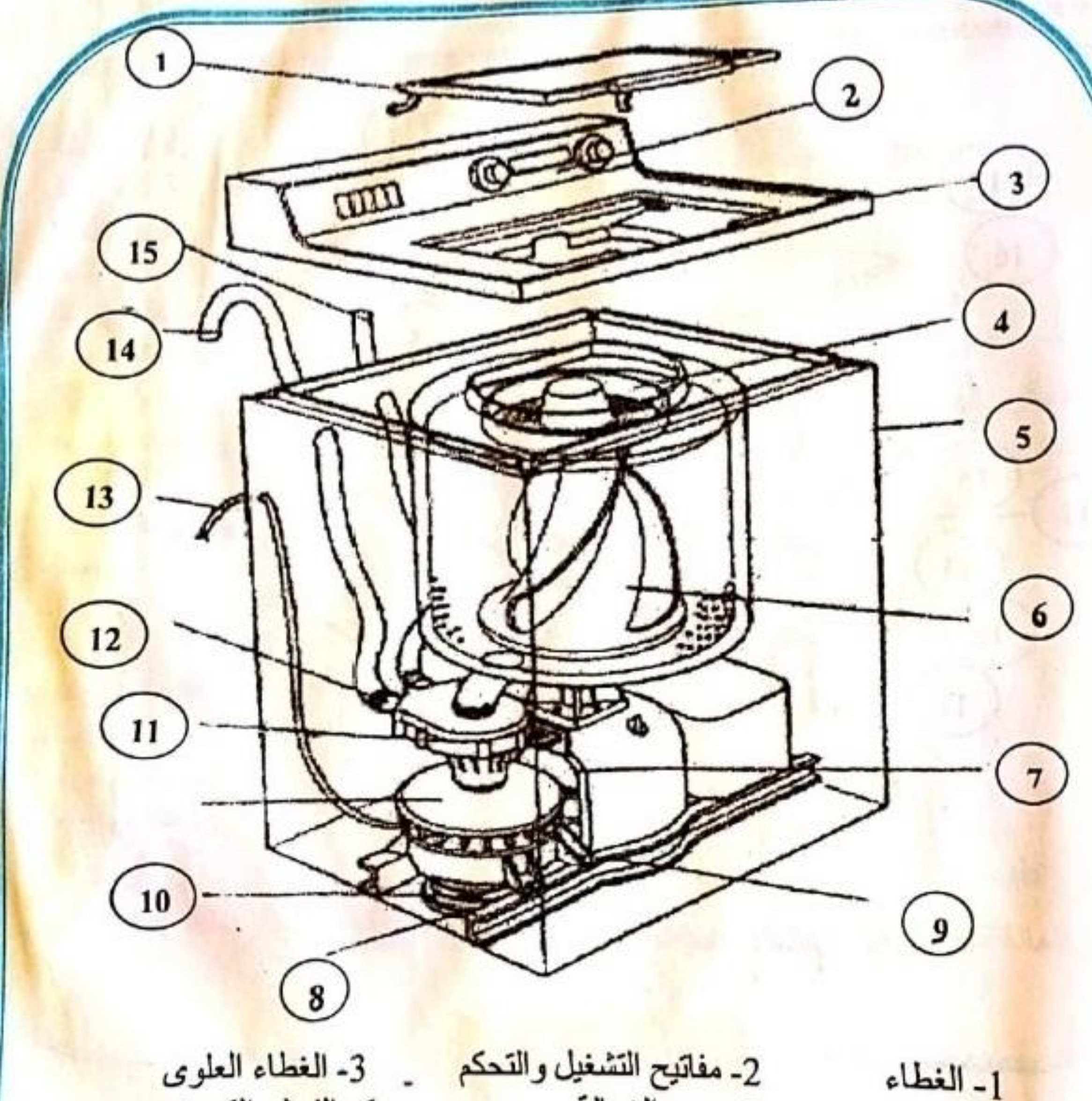
تحذير :

1- ينبغى قبل البدء فى أى عملية صيانة للغسالة أن تطفأ الآلة

2- يفصل كابلها عن مأخذ الكهرباء

3- لاحظ أن بعض أعمال الصيانة يمكن القيام بها دون استعمال أية أدوات خاصة وبعضها يحتاج لأدوات خاصة لذا تأكد قبل البدء بأن الأدوات الخاصة متوفرة لديك .

1- الغسالة الأتوماتيكية (التعبئة العلوية)شكل (4-14)



1- الغطاء
2- مفاتيح التشغيل والتحكم
3- الغطاء العلوى
4- المرشح
5- جسم الغسالة
6- الفرش الكبيرة
7- علبة السرعة
8- الكلتش
9- المحرك
10- المروحة
11- المضخة
12- حباسة الخرطوم
13- كابل التغذية
14- خرطوم التفريغ
15- خرطوم الملء

أجزاء الغسالة الأتوماتيكية (التعبئة العلوية)

شكل (4- 14)

2- الغسالة ذات التعبئة من الأمام شكل (4-15)



أجزاء الغسالة الأتوماتيكية (التعبئة الأمامية)

شكل (4- 15)

السيور :

إذا انقطع السير فجأة فى الغسالة ذات التعبئة الأمامية فإن جميع الأعمال ستستمر والمحرك يدور ولكن الحوض فقط لا يدور

- فك الغطاء الخلفى
- قم بتحريك المحرك والبكرة قبل تغيير السير
- إذا لاحظت أن ذلك صعباً ويسبب صوتاً وضجة (طقطقة) فإن كراسى المحاور ستكون حتماً تالفة وهنا يجب تغييرها
- ثم استبدل السير حسب الرقم المكتوب على القديم أو فى دليل الصيانة للغسالة .

حلقة منع التسرب المطاطية :

بعد فترة من استعمال الغسالة تبدأ حلقة منع التسرب بالتشقق وتسبب تسرب الماء ومن السهل تبديلها

- أبدأ برفع غطاء الغسالة وفك الحلقة من على الباب وادفع الطنبور إلى الخلف
- ثبت الطنبور بعيداً عن الباب بواسطة قطعة من الخشب
- وعند وصولك إلى اللاقطة قم بفك البرغي والعزقة
- اسحب الحلقة المطاطية وبدلها بجديدة مطابقة لها
- ركب كل شئ بعكس الطريقة التى بدأت بها حتى تغلق الغطاء

مضخة المياه :

عادة يكون لهذه المضخة محرك مستقل عن محرك الغسالة ويجب فحصها من حين لآخر ، للبحث عن أى تسرب أو تحلل فى المثبتات أو جفاف فى المحاور وكراسى المحاور:

- قم بتنظيف ما حول الفرش
- ثم أفرغ الماء ، وأرفع الخراطيم من مكانها
- فك الأسلاك وأعرف مكانها ليسهل إعادتها بشكل صحيح
- الآن فك المضخة (قد يكون اتجاه فكها معاكساً للحالات العادية)
- افحص الفرش واستبدلها اذا كانت لا تصل للعضو الدائر بجديدة مطابقة لها
- بعد ذلك افحص كراسى المحاور
- ارجع كل شئ إلى مكانه

الخراطيم :

فى العادة تتلف الخراطيم من وقت لآخر فيجب فحصها دوماً وتبديلها وإلا امتلأ المكان بالماء.



المراجع العلمية

المراجع العربية :

1- هندسة الآلات الكهربية : أ.د محمد أحمد قمر – منشأة دار المعارف
2- الهندسة الكهربية (مترجم) : د. محمود محمد أبوزيد – المجلس الأعلى للعلوم
3- إصلاح الآلات الكهربية : د. عطا بيكوف – الناشر دار مير

المراجع الأجنبية :

4- Power Stations and Substation : "L.Baptidanov and Tarasov" – Peace Publishers – Moscow
5- Principles of Electrical Engineering : "Vincent Del Toro"
6- Alternating Current Machines : by A.F Puchstein T.C Lioyed A.G Canared
7- A Text Book of Electrical Technology Vol 11(AC) And Vpl 1(DC) by R.C HANDA
8- Electrical Machines Vol 1 Fundamentals of Electrical Engineering by M.Kuznetsov


طارق
برس
Tel.&Fax.: 33123566
Infinix
NOTE 4